



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

Кемерово 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра аэрологии, охраны труда и природы

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

Кемерово 2020

УДК 658.345.8(075.8)

Рецензенты

Старший научный сотрудник Института угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии» СО РАН М. В. Шинкевич

Доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Н. А. Литвинова

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / составитель А. А. Галлер; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2020. – 213 с. – ISBN 978-5-00137-179-3. – Текст : непосредственный.

В учебном пособии рассмотрены основные направления безопасности жизнедеятельности. Учебное пособие знакомит с действующей системой нормативно-правовых актов в области безопасности жизнедеятельности. Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся представления о том, что профессиональная деятельность должна быть неразрывно связана с обеспечением безопасности и защищенности человека.

Учебное пособие предназначено для обучающихся всех направлений и специальностей.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева.

УДК 658.345.8(075.8)

© Кузбасский государственный
технический университет имени
Т. Ф. Горбачева, 2020

© А. А. Галлер, составление, 2020

ISBN 978-5-00137-179-3

Предисловие

Защитой человека от негативного воздействия вредных и опасных факторов естественного, техногенного и антропогенного происхождения, а также обеспечением комфортных условий жизнедеятельности занимается наука «Безопасность жизнедеятельности».

Решение проблемы безопасности жизнедеятельности заключается в обеспечении нормальных (комфортных) условий деятельности человека в производственной и бытовой среде, в защите людей и окружающей среды от воздействия вредных факторов, превышающих нормативно-допустимые уровни. Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания.

В учебном пособии отражены основные направления обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере. Анализ производственных травм и профессиональных заболеваний показывает, что основной причиной их возникновения является несоблюдение требований безопасности, незнание негативного воздействия вредных факторов производственной среды на человека и методов защиты от них. Важнейшая задача изучения проблем безопасности заключается в формировании у будущих специалистов, разработчиков новой техники и технологий мышления, основанного на глубоком осознании главного принципа безопасности – безусловности приоритета безопасности человека при решении любых инженерных задач.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» интегрирует знания по охране труда, охране окружающей среды и защите населения в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие рекомендуется использовать для самостоятельного изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ обучающимися всех направлений и специальностей.

Введение

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» введена в учебные планы высших учебных заведений на основе приказа Государственного комитета по образованию № 473 от 9 июля 1990 г. С увеличением масштабов промышленного производства, объемов добычи минеральных ресурсов и ростом городских агломераций все актуальнее становятся проблемы обеспечения безопасности деятельности человека. Цель науки о БЖД – создание защиты человека в техносфере от внешних негативных воздействий естественного, техногенного и антропогенного происхождения.

Современный человек живет в мире опасностей – природных, техногенных, биологических и социальных. Опасности часто взаимодействуют между собой и тем самым зачастую усугубляют последствия. Например, разрушительная сила землетрясения становится причиной массовых жертв, что, в свою очередь, может привести из-за разрушения инфраструктуры к распространению опасных инфекций. В последние годы отмечается увеличение стихийных бедствий. Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, происходящие во всех странах мира, сопровождаются ростом числа пострадавших.

В России ежегодно при дорожно-транспортных происшествиях погибает от 10 до 20 тыс. чел., за 2018 год в ДТП погибло 16,4 тыс. чел., за последние 5 лет в ДТП погибло 95,9 тыс. чел., 60 % из них – пешеходы. Министерством труда и социальной защиты отмечалось, что с начала 90-х годов происходило стремительное ухудшение безопасности во всех отраслях народного хозяйства и других сферах жизни общества, однако, благодаря принятым на государственном уровне мерам по улучшению охраны труда, уровень производственного травматизма в последние годы стал снижаться. Общее количество несчастных случаев на производстве в 2018 г. составило 5,9 тыс. случаев, за последние 10 лет количество несчастных случаев сократилось в 2 раза. В 2018 г. на производстве погибли 1,1 тыс. работников, что в 4,1 раза ниже показателя 2007 г. – 4,6 тыс. чел.

Внимание к условиям деятельности человека, в том числе к вопросам защиты его здоровья, уделялось на самых ранних стадиях развития человеческой цивилизации. Аристотель (384–322 гг.

до н. э.), Гиппократ (460–377 гг. до н. э.) в своих трактатах рассматривали условия труда, показали их влияние на здоровье человека. Медик эпохи Возрождения Парацельс (1493–1541 гг.) изучал опасности в горном деле. Многим он известен по изречению: «Все есть яд, и все есть лекарство, только одна доза делает вещество ядом, другая лекарством».

Эпоха Возрождения, или Ренессанс (от французского «*зано-во*» + «*рожденный*»), имела мировое значение в истории культуры Европы. Возрождение пришло на смену Средним векам и предшествовало эпохе Просвещения. Эпоха Возрождения – время культурного расцвета, время расцвета всех искусств, но изобразительное искусство наиболее полно выражало дух своего времени.

Главные черты эпохи Возрождения – светский характер культуры, гуманизм и антропоцентризм (интерес к человеку и его деятельности). В период эпохи Возрождения возрастает интерес к античной культуре и происходит как бы ее «возрождение».

Возрождение возникло в Италии – его первые признаки появились еще в XIII–XIV вв., развивалось с 20-х годов XV в., а к концу XV в. достигло своего наивысшего расцвета.

В становлении Возрождения свою роль сыграло падение Византийской империи. В Византии сохранились философские взгляды и основы античной культуры. Перебравшиеся в Европу византийцы привезли с собой свои библиотеки и произведения искусства, не известные средневековой Европе.

Появление гуманизма (общественно-философского движения, которое рассматривало человека как высшую ценность) было связано с отсутствием в итальянских городах-республиках феодальных отношений. В городах стали возникать светские центры науки и искусства, деятельность которых находилась вне контроля церкви. В середине XV в. было изобретено книгопечатание, которое сыграло важную роль в распространении новых взглядов по всей Европе.

Немецкий врач и металлург Агрикола (1494–1555 гг.) изложил вопросы охраны труда в работе «О горном деле».

Итальянский врач Рамаццини (1633–1714 гг.) заложил основы профессиональной гигиены в труде «О болезнях ремесленников. Рассуждение», впервые систематизировал профессиональные заболевания.

В России при росте промышленного производства и ускоренном освоении месторождений полезных ископаемых, развитии науки и образования проводились научные исследования по вопросам влияния условий производственной среды на здоровье работников. Ряд основополагающих работ по безопасности труда в горном деле подготовлены М. Ломоносовым (1711–1765 гг.). Основы гигиены труда изложены Ф. Эрисманом (1842–1915 гг.) в труде «Профессиональная гигиена или гигиена физического и умственного труда». Эти же вопросы рассмотрел И. М. Сеченов в книге «Очерк рабочих движений человека». Целая плеяда выдающихся ученых занималась проблемами безопасности в конце XIX – начале XX века, т. е. с началом интенсивного развития промышленности.

Трудами многих ученых созданы научные предпосылки для разработки средств и методов защиты от опасностей. Комплексной научной дисциплиной, изучающей опасности и защиту от них человека, является безопасность жизнедеятельности (БЖД).

Основные положения учебной дисциплины БЖД

1. Человек с момента своего появления на Земле на протяжении всей своей жизни постоянно действует в условиях потенциальных опасностей, что позволяет сформулировать аксиому о том, что любая деятельность человека потенциально опасна.

2. Реализуясь в пространстве и времени, опасности причиняют вред здоровью человека, который проявляется в травмах, болезнях, нервных потрясениях, что приводит к инвалидности и летальным исходам. Следовательно, защита от опасностей – это актуальная гуманитарная и социально-экономическая проблема государственного масштаба.

3. Обеспечение безопасности деятельности является приоритетной задачей для государства и общества. Невозможно обеспечить абсолютную безопасность, защитить каждого человека. В любой деятельности, несмотря на принятые меры защиты, присутствует остаточный риск нанесения вреда здоровью. Безопасность – это приемлемый, допустимый риск, такой уровень опасности, с которым на данном этапе научного, технического и экономического развития можно смириться.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – это область научных знаний о безопасном взаимодействии человека с окру-

жающей средой. Предметом исследования безопасности жизнедеятельности являются естественные, техногенные и антропогенные опасности, оказывающие воздействие на человека, а также разработка методов и средств защиты от них.

Цель БЖД – сохранение здоровья и жизни человека в естественной среде, защита его от опасностей техногенного, антропогенного происхождения и создание комфортных условий для жизнедеятельности.

Задачи науки о БЖД заключаются в следующем:

- идентификация (распознавание) опасностей, рассмотрение вида опасностей, пространственных и временных координат, уровня (интенсивности) опасности, риска возможного ущерба, вероятности проявления;
- разработка и использование средств защиты от опасностей;
- непрерывный контроль и мониторинг опасностей;
- обучение работающих и населения основам защиты от опасностей, действиям в условиях чрезвычайных ситуаций;
- разработка мер по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

1. Среда обитания человека. Неблагоприятные факторы производственной и бытовой среды

Жизнедеятельность человека неразрывно связана с окружающей его средой обитания. Человек существует в процессе жизнедеятельности, состоящем из его непрерывного взаимодействия со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей. В процессе жизнедеятельности человек и окружающая среда постоянно взаимодействуют друг с другом, образуя систему «человек – среда обитания». В процессе взаимодействия с окружающей средой человек реализует свои физиологические и социальные потребности.

Деятельность – специфически человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное преобразование. Высшей формой деятельности является труд. Деятельность является обязательным условием существования людей. Все материальные и культурные

ценности создаются в процессе деятельности человека. Деятельность носит осознанный, целенаправленный характер.

Жизнедеятельность – это повседневная деятельность и отдых, способ существования человека. Человек всегда осуществляет деятельность в определенной среде. Среда состоит из множества элементов, которые обладают определенными свойствами, воздействующими на человека. В свою очередь и человек представляет сложноорганизованный объект. Таким образом, деятельность можно определить как системный процесс взаимодействия человека с окружающей средой.

Под **системой** понимается совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и образующих некую целостность. К элементам системы относятся как материальные тела, так и всевозможные связи, свойства, знания, качества, отношения, информация. Во всех системах, связанных с деятельностью, человек является обязательным элементом по определению. Система обладает качествами, которых нет у образующих ее элементов. Это свойство систем называется эмерджентностью, т. е. новым качеством, возникающим в результате взаимодействия элементов. Системы, в которых определенные функции выполняет человек, называются эргатическими (от греческого *ergon* – работа; деятельность как специфическое свойство, присущее только человеку).

Взаимодействие человека со средой обитания носит системный характер. Обладая определенными свойствами, элементы окружающей среды оказывают воздействие на организм человека. Такие воздействия называют факторами (от латинского *factor* – делающий, производящий). Например, непременным элементом среды обитания является воздух. Одним из свойств воздуха является его температура, всегда оказывающая определенное влияние на организм человека. Температура воздуха – это фактор среды, в которой происходит деятельность человека. Элементом среды обитания и условием жизни и деятельности человека является такой фактор, как свет. Рассмотренные факторы являются внешними по отношению к человеку, или экзогенными. Но человек может испытывать определенные воздействия и со стороны своего организма (болевые ощущения, усталость). Эти воздействия также относятся к факторам. В отличие от внешних факторов они

являются внутренними по отношению к человеку, или эндогенными.

По природе факторы среды могут иметь вещественную основу (пыль, газ), энергетическую основу (вибрация, звук, свет) или информационную (речь, условные сигналы) основу.

Окружающая среда – это все то, что находится вокруг человека и может взаимодействовать с ним тем или иным способом, это среда обитания человека, включающая природные и искусственно созданные объекты с их свойствами и зависимостью между собой.

Фактор – это любое воздействие, оказывающее влияние на организм человека. Как правило, одновременно на человека влияет не один, а несколько факторов.

Совокупность факторов, воздействующих на человека, называется **условиями деятельности**. Степень воздействия факторов на организм человека зависит от энергетических характеристик и интенсивности их проявления. При достижении некоторого значения фактор может оказать отрицательное воздействие на здоровье человека. Такой фактор называется **опасностью**.

Например, высокая температура воздуха может быть причиной теплового удара, а очень низкая – обморожения. Большая запыленность производственного помещения может быть потенциальной причиной заболевания пневмокониозом. Фактор это воздействие окружающей среды, а опасность – это фактор, приносящий ущерб здоровью человека. К источникам опасности относятся все объекты окружающей среды. Человек подвергается опасностям в самых разных и порой при неожиданных обстоятельствах в быту, на производстве, в военных действиях, в криминальных ситуациях, при террористических актах, в природных катаклизмах, в чрезвычайных ситуациях.

Биосфера, техносфера образуют в совокупности среду обитания человека.

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Основная мотивация человека в его взаимодействии со средой обитания направлена на решение, как минимум, двух основных задач:

- 1) обеспечение своих потребностей в пище, воде и воздухе;
- 2) создание и использование защиты от негативных воздействий среды обитания.

В современном мире для человека характерны два вида среды обитания: природная – обитание в биосфере, и техногенная – профессиональная деятельность в условиях производства, обитание в условиях города.

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

Основными элементами природной среды являются окружающие человека леса, поля, земная поверхность (ландшафт), водоемы, атмосферный воздух, солнечное излучение. Природная среда воздействует на человека, прежде всего, материально: теплом солнечных лучей, влагой дождя, составом (газовым) атмосферного воздуха.

Биосфера Земли всегда являлась и является защитным экраном от космического воздействия, под которым зародилась жизнь и сформировался человек, но она обладала и сейчас обладает рядом естественных факторов, негативно влияющих на человека (высокая или низкая температура воздуха, атмосферные осадки), поэтому для защиты от неблагоприятных воздействий биосферы и для хозяйственной деятельности человек вынужден был создать техносферу.

Техносфера – среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду с целью наилучшего соответствия среды социально-экономическим потребностям человека (техносфера – регион города или промышленной зоны, производственная или бытовая среда).

В результате активной техногенной деятельности человека во многих регионах нашей планеты разрушена биосфера. Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, росту коммуникабельности, обеспечению защиты от естественных негативных воздействий. Все это благопри-

ятно отразилось на условиях жизни и в совокупности с другими факторами (улучшение питания, медицинского обслуживания) положительно сказалось на продолжительности жизни людей. Однако созданная руками и разумом человека техносфера, призванная максимально удовлетворять его потребности в комфорте и безопасности, в свою очередь из-за проявления негативных факторов привела к появлению техногенных опасностей для человека, связанных с производством и использованием техники и технологий.

На всех этапах своего развития человек и общество непрерывно воздействовали на среду обитания. И если на протяжении многих веков это воздействие было незначительным, то, начиная с середины XIX в., влияние человека на изменение среды обитания стало существенно увеличиваться. В последние десятилетия в связи с интенсификацией научно-технического прогресса последствия воздействия человека на среду обитания стали возрастать. В значительной степени они имеют негативный характер: загрязняются воздушный и водный бассейны, уменьшаются запасы полезных ископаемых, меняются природный ландшафт и даже климат, что ухудшает среду обитания человека и может явиться причиной многих заболеваний. В то же время воздействия человека на среду обитания объективно необходимы, прежде всего, для поддержания самого существования человека, для обеспечения пищей, топливом, строительными материалами и другими ресурсами.

В XX веке на Земле возникли зоны повышенного антропогенного и техногенного влияния на природную среду, что привело к частичной, а в ряде случаев и к полной ее региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали:

- высокие темпы роста численности населения на Земле (демографический взрыв) и его урбанизация;
- рост потребления энергетических ресурсов;
- интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства;
- массовое использование средств транспорта.

Демографический взрыв. Достижения в медицине, повышение комфортности деятельности и быта, интенсификация и рост продуктивности сельского хозяйства во многом способствовали

увеличению продолжительности жизни человека и как следствие росту населения Земли. Одновременно с ростом продолжительности жизни в ряде регионов Мира рождаемость продолжала оставаться на высоком уровне, составляя 40 чел. на 1000 чел. в год и более. Высокий уровень прироста населения характерен для стран Африки, Центральной Америки, Ближнего и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии, Индии, Китая.

По разным оценкам всего на планете Земля в настоящее время живут 7,4–7,5 млрд чел. Прирост населения составляет примерно 90 млн чел. в год. Для сравнения численность населения мира на начало 1900 г. составляла 1,6 млрд чел.

Численность населения в КНР – 1,38 млрд чел., Индии – 1,35 млрд чел., США – 325,7 млн чел., России – 146,8 млн чел.

Существует несколько прогнозов дальнейшего изменения численности населения Земли. По I варианту (неустойчивое развитие) к концу XXI в. возможен рост численности до 28–30 млрд чел. В этих условиях Земля уже не сможет (при современном состоянии технологий) обеспечивать население достаточным питанием и предметами первой необходимости. С определенного периода начнутся голод, массовые заболевания, деградация среды обитания и, как следствие, резкое уменьшение численности населения и разрушение человеческого сообщества.

По II варианту (устойчивое развитие) численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд чел., что при существующем уровне развития технологий жизнеобеспечения будет соответствовать удовлетворению жизненных потребностей человека и нормальному развитию общества.

Урбанизация. Одновременно с демографическим взрывом идет процесс урбанизации населения планеты. Этот процесс имеет во многом объективный характер, способствует повышению производительной деятельности во многих сферах, одновременно решает социальные и культурно-просветительские проблемы общества.

Интенсивно растут крупные города: в 1959 г. в СССР было только три города-миллионера, а в 1984 г. – 22. В 2018 г. численность населения г. Москвы составляла 12,5 млн чел., численность населения г. Санкт-Петербурга – 5,3 млн чел.

Городское население планеты составляет на данный момент 55,4 % от общей численности населения. Город среднего размера имеет население примерно 645 000 жителей. В мегаполисах с населением более 10 млн чел. проживает 8,3 % населения Земли. На планете насчитывается 37 агломераций с населением более 10 млн чел. В обозримом будущем в мире будут появляться мегаполисы с численностью населения 25–30 млн чел.

Самая большая городская агломерация в мире – Токио–Иокогама (Япония). Здесь проживают 38 млн чел. Самая большая плотность населения (47 000 чел. на квадратный километр) отмечена в Дакке (Бангладеш), насчитывающей 17,4 млн жителей и занимающей 13-е место в мире.

Крупнейшие агломерации мира (2018 г.):

1. Токио–Иокогама – 38 млн чел.
2. Джакарта – 32,3 млн чел.
3. Дели – 27,3 млн чел.
4. Манила – 24,65 млн чел.
5. Сеул – 24,2 млн чел.
6. Шанхай – 24,1 млн чел.
7. Мумбаи – 23,26 млн чел.
8. Нью-Йорк – 21,57 млн чел.
9. Пекин – 21,25 млн чел.
10. Сан-Паулу – 21,1 млн чел.
11. Мехико – 20,56 млн чел.
12. Гуанчжоу – 19,96 млн чел.
13. Дакка – 17,42 млн чел.
14. Осака–Кобе – 17,16 млн чел.
15. Большая Москва – 16,85 млн чел.

Более 15 млн жителей имеют Каир, Бангкок, Лос-Анджелес, Буэнос-Айрес и Калькутта.

Урбанизация непрерывно ухудшает условия жизни в регионах, неизбежно уничтожает в них природную среду. Для крупных городов и промышленных центров характерен высокий уровень загрязнения среды обитания. Так, атмосферный воздух городов содержит значительно большие концентрации токсичных примесей по сравнению с воздухом сельской местности (ориентировочно оксида углерода в 50, оксидов азота – в 150 и летучих углеводородов – в 2000 раз).

Рост энергетики, промышленного и сельскохозяйственного производства, численности средств транспорта. Увеличение численности населения Земли стимулирует рост промышленного производства. Количественное увеличение средств транспорта приводит к увеличению потребления и росту производства энергетических ресурсов. Следует отметить, что потребление материальных и энергетических ресурсов имеет более высокие темпы роста, чем прирост населения, так как постоянно увеличивается их среднее потребление на душу населения.

Уровни техногенного воздействия существенно возросли в XX столетии, когда человек получил в свое распоряжение мощную технику, огромные запасы углеводородного сырья. В итоге история развития человеческой цивилизации породила очередной парадокс – в течение многих столетий люди совершенствовали технику, чтобы обезопасить себя от естественных опасностей, а в результате пришли к наивысшим техногенным опасностям, связанным с производством и использованием техники и технологий.

Вторая половина XX в. связана с интенсификацией сельскохозяйственного производства. В целях повышения плодородия почв и борьбы с вредителями в течение многих лет использовались искусственные удобрения и различные токсиканты. При избыточном применении азотных удобрений почва перенасыщается нитратами, а при внесении фосфорных удобрений – фтором, редкоземельными элементами, стронцием. При использовании нетрадиционных удобрений (отстойного ила) почва перенасыщается соединениями тяжелых металлов. Избыточное количество удобрений приводит к перенасыщению продуктов питания токсичными веществами.

Пестициды, применяемые для защиты растений от вредителей, опасны и для человека. Установлено, что от прямого отравления пестицидами в мире ежегодно погибает около 10 тыс. чел., гибнут леса, птицы, насекомые. Пестициды попадают в пищевые цепи, питьевую воду. Все без исключения пестициды обнаруживают либо мутагенное, либо иное отрицательное воздействие на человека и живую природу.

XX столетие ознаменовалось крупномасштабным развитием энергетики, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, военного дела, что обусловило значительный рост техногенного

воздействия на природную среду. В последнее десятилетие активно развивается наука о безопасности жизнедеятельности человека в техносфере. Основная цель учения о безопасности деятельности – защита человека от воздействия негативных факторов в техносфере и достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что понимается под безопасностью жизнедеятельности.
2. Определите понятие – деятельность, фактор среды обитания, опасность.
3. В чем состоит отличие техносферы от природной среды?
4. Укажите причины повышенного антропогенного и техногенного влияния на природную среду в XX веке и начале XXI века.

2. Основы теории безопасности

Многовековой опыт человечества и выявленные свойства опасностей позволяют сформулировать аксиому о потенциальной опасности любого вида деятельности. Аксиома может быть сформулирована в очень простой форме: любая деятельность потенциально опасна.

Опасность – центральное понятие БЖД, под которым понимаются любые явления, угрожающие жизни и здоровью человека. Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа. Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека.

Номенклатура факторов и опасностей. Разнообразие факторов окружающей среды определяет значительный перечень (номенклатуру) опасностей. В теории БЖД целесообразно выделить несколько уровней номенклатуры: общую, локальную, отраслевую, местную (для отдельных объектов).

Номенклатура (от латинского *nomenclatura* – перечень) – это некоторый список факторов и опасностей, составленный в

определенном порядке и относящийся к определенному объекту, пространству, периоду. **Вредный фактор** – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию. **Травмирующий (травмоопасный) фактор** – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

В общую номенклатуру в алфавитном порядке включаются все виды опасностей: алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная влажность воздуха, аномальная подвижность воздуха, аномальное барометрическое давление, арборициды, аномальное освещение, аномальная ионизация воздуха, вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, вода, вращающиеся части машины, высота, газы, гербициды, глубина, гиподинамия, гипокинезия, гололед, горячие поверхности, динамические перегрузки, дождь, дым, движущиеся предметы, едкие вещества, заболевания, замкнутый объем, избыточное давление в сосудах, инфразвук, инфракрасное излучение, искры, качка, кинетическая энергия, коррозия, лазерное излучение, листопад, магнитные поля, микроорганизмы, медикаменты, метеориты, микроорганизмы, молнии (грозы), монотонность, нарушение газового состава воздуха, наводнение, накипь, недостаточная прочность, неровные поверхности, неправильные действия персонала, огнеопасные вещества, огонь, оружие (огнестрельное, холодное), охлажденные поверхности, падение (без установленной причины), пар, перегрузка машин и механизмов, перенапряжение анализаторов, пестициды, повышенная яркость света, пожар, психологическая несовместимость, пульсация светового потока, пыль, рабочая поза, радиация, резонанс, скорость движения и вращения, скользкая поверхность, снегопад, солнечная активность, солнце (солнечный удар), сонливость, статические перегрузки, статическое электричество, тайфуны, ток высокой частоты, туман, ударная волна, ультразвук, ультрафиолетовое излучение, умственное перенапряжение, ураган, ускорение, утомление, шум, электромагнитное поле, эмоциональный стресс, эмоциональная перегрузка, ядовитые вещества.

При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов (производств, цехов, рабочих мест, процессов, профессий и т. п.). Полезность

номенклатуры состоит в том, что они содержат полный перечень потенциальных опасностей и облегчают процесс идентификации. Процедура составления номенклатуры имеет профилактическую направленность.

Идентификация – процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности. В процессе идентификации выявляются: номенклатура опасностей, вероятность их проявления, пространственная локализация (координаты), возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретной задачи. Главное в идентификации заключается в установлении возможных причин проявления опасности. Полностью идентифицировать опасность очень трудно.

Негативные воздействия в системе «человек – среда обитания» принято называть **опасностями**. **Опасность** – негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям. Источником опасности может быть все живое и неживое, а подвергаться опасности также может все живое и неживое. При анализе опасностей необходимо исходить из принципа «все воздействует на все». Опасности не обладают избирательным свойством, при своем возникновении они негативно воздействуют на всю окружающую их материальную среду. Влиянию опасностей подвергается человек, природная среда, материальные ценности.

Классификация опасностей. Источниками (носителями) опасностей являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия людей. Опасности реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени. Различают опасности естественного, техногенного и антропогенного происхождения.

Естественные опасности обусловлены климатическими и природными явлениями. Они возникают при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также от стихийных явлений, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения, извержения вулканов, бури, ураганы, обвалы, лавины), что часто сопровождается травмированием и гибелью лю-

дей. В России из-за стихийных явлений, возникновения чрезвычайных ситуаций ежегодно погибают сотни людей.

Негативное воздействие на человека и среду обитания, к сожалению, не ограничивается естественными опасностями. Человек, решая задачи своего материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств), генерируя в среде обитания **техногенные и антропогенные опасности**.

Техногенные опасности создают элементы техносферы – машины, сооружения, вещества. Перечень техногенных, реально действующих опасностей значителен и включает более 100 видов. К распространенным, имеющим достаточно высокий уровень опасности, относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, недостаточное освещение, монотонность трудовой деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машины и механизмы, части разрушающихся конструкций.

В бытовой среде проявляется большая гамма негативных факторов: загрязнение воздуха продуктами сгорания природного газа, выбросами тепловых электростанций (ТЭС), промышленных предприятий, автотранспорта, вредные примеси в воде, шум, инфразвук, электромагнитные поля от бытовых приборов, радиорелейных устройств; ионизирующие излучения, медицинские облучения, фон от строительных материалов, излучения приборов, предметов быта; медикаменты при избыточном и неправильном потреблении; алкоголь, табачный дым, бактерии, аллергены.

Антропогенные опасности возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или группы людей. Чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных и техногенных опасностей – вредных и травмирующих факторов, отрицательно воздействующих на человека и окружающую его среду.

Одной из наиболее распространенных антропогенных опасностей становится ВИЧ-инфицирование. В 2001 г. от СПИДа на нашей планете умерло 1,9 млн чел., а число ВИЧ-инфицированных достигло 30,0 млн чел. В России в 2001 г. умерло от

СПИДа 5,3 тыс. чел., а численность ВИЧ-инфицированных (зарегистрированных) составило 175,5 тыс. чел. Всего в 2018 г. число ВИЧ-инфицированных в мире достигло отметки в 37,9 млн. чел., умерло из-за недугов, вызванных СПИД, 770 тыс. чел. В России в 2019 г. от СПИДа умерло 37 тыс. чел., общее число инфицированных ВИЧ в России, по данным Федерального научно-методического центра по профилактике и борьбе с ВИЧ-инфекцией, составляет 1 млн 60 тыс. чел. За текущие полгода в 2020 г. общее число инфицированных ВИЧ в России возросло на 47 тыс. чел.

Серьезную опасность для человека представляет потребление алкоголя. По данным ВОЗ в 2019 г. среднегодовое потребление алкоголя россиянами составило 11,1 л 100 % алкоголя на человека в год, тогда как в 2001 г. потребление алкоголя составляло 8,2 л/год. Алкогольная смертность в 2018 г. составила 48 тыс. чел.

Высокими темпами нарастает потребление наркотических средств. К середине 2001 г. в России зарегистрировано 269 тыс. наркоманов, причем это составляло лишь малую долю лиц, потребляющих наркотики. В 2019 г. в России зарегистрировано 459 тыс. наркозависимых. Статистика наркозависимых в России за 2019 г. свидетельствует о том, что ежегодно 90 тыс. чел. начинают принимать психотропные вещества. В то же время, от действия наркотиков погибает примерно 70 тыс. чел. в год.

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

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой воздействия на человека, она координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью «Огнеопасно» представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и среду обитания, приведший к потере здоровья или к летальному исходу человека, к материальным потерям. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей или возгоранию строений, то это реализованная опасность.

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

Происшествие – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным или материальным ресурсам.

Чрезвычайное происшествие (ЧП) – событие, происходящее кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Авария – происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно.

Катастрофа – происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью или пропажей без вести людей.

Стихийное бедствие – происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для группы людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

Причинами происшествий в технических системах являются отказы и инциденты, количество которых в последние годы непрерывно нарастает.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности технической системы.

Инцидент – отказ технической системы, вызванный неправильными действиями оператора.

Понятие риска. Воздействие травмоопасных факторов на человека или группу (коллектив, население города) людей оцени-

вают величиной индивидуального или социального риска принудительной потери жизни. Это происходит в тех случаях, когда потоки масс и/или энергий от источника негативного воздействия в жизненном пространстве нарастают стремительно и достигают чрезмерно опасных для человека значений. Риск негативного воздействия на человека в жизненном пространстве обычно связан с развитием чрезвычайных происшествий природного и/или техногенного характера (землетрясения, наводнения, аварии).

Риск – вероятность реализации негативного воздействия за определенный период времени.

Риск возникновения чрезвычайных происшествий оценивается на основе статистических данных. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = N_{\text{ЧС}} / N_0,$$

где R – риск; $N_{\text{ЧС}}$ – число чрезвычайных событий за год; N_0 – общее число событий за год.

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

– индивидуальный ($R_{\text{И}}$), когда объектом защиты является человек;

– социальный ($R_{\text{С}}$), когда объектом защиты является группа или сообщество людей.

Социальный риск характеризует негативное воздействие на группу людей. Социальный риск ($R_{\text{С}}$) определяется по формуле

$$R_{\text{С}} = \Delta P / P,$$

где $R_{\text{С}}$ – социальный риск; ΔP – численность погибших от ЧП одного вида за год; P – средняя численность лиц, проживающих или работающих на данной территории, подверженной влиянию ЧП.

В соответствии с Положением о классификации ЧС природного и техногенного характера тяжесть последствий оценивается как локальная, если пострадало не более 10 чел. и зона ее воздей-

ствия не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К источникам и факторам социального риска относят:

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

В БЖД используют понятие экологического риска. Экологический риск ($R_{\text{э}}$) определяется по формуле

$$R_{\text{э}} = \Delta O / O,$$

где $R_{\text{э}}$ – экологический риск; ΔO – численность разрушенных природных объектов; O – общая численность объектов на рассматриваемой территории в течение года.

Экологический риск также может оцениваться отношением площади разрушенных территорий ΔS к общей площади S региона: $R_{\text{э}} = (\Delta S / S)$.

Источниками и факторами экологического риска в основном могут быть:

- техногенное влияние на окружающую природную среду;
- стихийные явления (землетрясение, наводнение, ураган, засуха).

Аварии и стихийные явления, характеризуемые значениями риска на их первой стадии, в дальнейшем могут создавать в жизненном пространстве чрезвычайные ситуации (ЧС). Состояние опасностей на таких территориях количественно определяют вредными факторами – концентрациями вредных веществ и значениями уровней интенсивности потоков энергии в безразмерных единицах, кратных ПДК и ПДУ. Характерным примером развития подобных событий является авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), когда взрыв атомного реактора привел к радиоактивному заражению обширных территорий и необходимости отселения населения из зоны поражения.

Приемлемый риск. Необходимость формирования концепции приемлемого (допустимого) риска обусловлена невозможностью создания условий для абсолютно безопасной деятельности.

При реализации концепции приемлемого риска важнейшей задачей является установление верхней границы допустимого риска.

По принятой в настоящее время концепции допустимое для населения значение индивидуального риска ($R_{И}$) от любой формы деятельности не должно превышать величину 10^{-6} смертей на одного человека в год (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Характерные значения индивидуального риска гибели людей от естественных и техногенных факторов

Величина риска на 1 чел./год $R_{И}$	Причина возникновения риска	Допустимое значение риска $R_{Доп}$
$3,4 \cdot 10^{-3}$	Сердечно сосудистые заболевания	Зона неприемлемого риска, $R \geq 10^{-3}$
$1,6 \cdot 10^{-3}$	Злокачественные опухоли	
10^{-3}	Автомобильные дороги	
10^{-4}	Несчастные случаи на производстве	Переходная зона, $10^{-6} \leq R \leq 10^{-3}$
10^{-5}	Аварии на ж/д, воздушном и водном транспорте	Переходная зона, $10^{-6} \leq R \leq 10^{-3}$
10^{-6}	Проживание вблизи ТЭС (при нормальном режиме работы)	
10^{-7}	Все стихийные бедствия	Зона приемлемого риска, $R < 10^{-6}$
10^{-8}	Проживание вблизи АЭС (при нормальном режиме работы)	

Условием травмобезопасности принято считать соотношение индивидуального риска ($R_{И}$) и допустимого индивидуального риска ($R_{Доп}$), реализуемое в зоне пребывания человека:

$$R_{И} \leq R_{Доп}.$$

Значение допустимого индивидуального риска ($R_{Доп}$) устанавливаются на основе концепции приемлемого риска. Эта величина в основном связана со стихийными природными явлениями, избавиться от которых не возможно, и принимается как условие существования людей на Земле. Зона факторов опасности с вероятностью 10^{-3} рассматривается как зона неприемлемого риска.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под идентификацией опасностей?
2. Как можно трактовать аксиому о потенциальной опасности деятельности?
3. Классификация опасностей по происхождению, характеру воздействия на человека.
4. В чем заключается концепция приемлемого (допустимого) риска?
5. Дайте определение риска и приведите несколько примеров его количественной оценки.

3. Методы, принципы и средства обеспечения безопасности деятельности

Любая опасность реализуется, принося ущерб, благодаря какой-то причине или нескольким причинам. Между реализованными опасностями и причинами существует причинно-следственная связь. Таким образом, причины и опасности образуют цепные структуры или системы. Цель системного анализа безопасности состоит в том, чтобы выявить причины, влияющие на появление нежелательных событий (аварий, катастроф, пожаров, травм) и разработать предупредительные защитные мероприятия, уменьшающие вероятность их проявления.

Методы, принципы и средства обеспечения безопасности – это логические этапы обеспечения безопасности. Выбор их зависит от конкретных условий деятельности и уровня опасности. *Методы* (от греческого *methodos* – путь исследования) обеспечения безопасности – это условные методические приемы, облегчающие поиск решений. Метод представляет собой способ достижения цели. *Принцип* (от латинского *principium* – основополагающее первоначало) – это основное положение, идея. *Средства* обеспечения безопасности – это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов.

3.1. Принципы обеспечения безопасности деятельности

Исходные положения, идеи, именуемые принципами обеспечения безопасности, условно делятся на четыре группы: ориентирующие, технические, организационные, управленческие.

3.1.1. Ориентирующие принципы

Ориентирующие принципы представляют собой основополагающие идеи, определяющие направление поиска безопасных решений и служащие методологической и информационной базой. К ориентирующим принципам относятся: принцип системности, принцип деструкции, принцип снижения опасности, принцип ликвидации опасности.

Принцип системности состоит в том, что любое явление, действие, всякий объект рассматривается с системных позиций. Под системой (от греческого *systema* – целое, составленное из частей, соединение) понимается объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений. К элементам системы относятся материальные объекты, а также отношения и связи, существующие между ними. Если взаимодействие между элементами системы приводят к однозначному результату, то такую систему называют определенной. Если же совокупность элементов взаимодействует так, что возможны различные результаты, то система называется неопределенной. Уровень неопределенности системы тем выше, чем больше различных результатов может появиться. Неопределенность порождается неполным учетом элементов и характером взаимодействия между ними.

Принцип системности отражает универсальный закон диалектики о взаимной связи явлений. Так, например, пожар как физическое явление возможен при наличии: 1 – горючего вещества; 2 – кислорода в воздухе не менее 14 % по объему; 3 – источника воспламенения определенной мощности; совмещении перечисленных трех условий в пространстве (4) и времени (5). В данном примере пять условий – это элементы, образующие определенную систему, т. к. результатом их взаимодействия является одно конкретное следствие – пожар. Устранение хотя бы одного эле-

мента исключает возможность загорания и, следовательно, разрушает данную систему как таковую.

Рассмотрим еще один пример. Известно, что любой несчастный случай порождается совокупностью условий или причин. Эта совокупность и есть определенная система, так как взаимодействие образующих ее элементов приводит к такому нежелательному результату, как несчастный случай. Системный подход к профилактике травматизма состоит в том, что для конкретных условий необходимо определить совокупность элементов, образующих систему, результатом которой является несчастный случай. Исключение одного или нескольких элементов разрушает систему и устраняет негативный результат.

Таким образом, рассматривая явления с системных позиций, следует различать такие понятия, как система, элементы системы и результат их взаимодействия. Причем перечисленные понятия сами находятся в системном отношении между собой. Принцип системности требует учета всех элементов, формируемых рассматриваемый результат, полного учета обстоятельств и факторов для обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Принцип деструкции (от латинского *destructivus* – разрушающий) заключается в том, что система, приводящая к опасному результату, разрушается за счет исключения из нее одного или нескольких элементов. Принцип деструкции органически связан с рассмотренным принципом системности и имеет столь же универсальное значение. При анализе безопасности сначала используют принцип системности, а затем, учитывая принцип деструкции, разрабатывают мероприятия, направленные на исключение некоторых элементов, что приводит к желаемой цели. Поясним на примерах.

1. Для возникновения и развития процесса горения необходимы горючее, окислитель и источник зажигания с определенными параметрами. Так, наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде, наименьшая – при содержании кислорода в воздухе 14 %, при дальнейшем уменьшении концентрации кислорода горение большинства веществ прекращается. Температура горящего вещества также должна быть определенной. Если горящий объект охлажден ниже температуры воспламенения, то горение прекращается. Воспламенение возможно также только

при условии определенной мощности источника зажигания. Нарушение хотя бы одного из условий, необходимых для процесса горения, приводит к прекращению горения. Это обстоятельство широко используется в практике тушения пожаров. Принцип деструкции также используется в технике предупреждения взрывов газов, пыли, паров.

2. Известно, что смесь горючего и окислителя горит лишь в определенном интервале концентраций. Минимальная концентрация, при которой возможен взрыв, называется нижним концентрационным пределом. Максимальная концентрация, при которой еще возможен взрыв, называется верхним концентрационным пределом. Чтобы избежать взрыва, нужно тем или иным способом снизить концентрацию ниже нижнего предела или поднять выше верхнего концентрационного предела взрываемости. Другими словами, нужно применить принцип деструкции, заключающийся в данном случае в исключении такого условия, как взрывчатая смесь.

3. Принцип деструкции применяется для предупреждения такого явления, как самовозгорание. Самовозгорание характеризуется тем, что горение вещества возникает при отсутствии внешнего источника зажигания. Чем ниже температура, при которой происходит процесс самовозгорания, тем вещество опаснее в пожарном отношении.

К самовозгорающим относятся вещества растительного происхождения (сено, опилки), торф, ископаемые угли, масла и жиры, некоторые химические вещества и смеси. Самовозгорание происходит в результате экзотермических реакций при недостаточном отводе тепла. Наиболее опасны растительные масла и жиры, содержащие определенные органические соединения, способные легко окисляться и полимеризоваться, например, льняное масло. Особую опасность представляют ткани (спецодежда), обтирочные материалы, на которые попали растительные масла. Промасленную спецодежду следует развешивать так, чтобы обеспечить свободный доступ воздуха к поверхности ткани. Этим самым нарушается условие самовозгорания, так как исключается накопление тепла.

Принцип снижения опасности заключается в использовании решений, которые направлены на повышение безопасности,

но не обеспечивают достижения желаемого или требуемого по нормам уровня. Этот принцип в известном смысле носит ком-промиссный характер, например:

1. Одним из эффективных методов повышения пожарной безопасности в химическом производстве является замена огне-опасных легколетучих жидкостей, часто применяемых в качестве растворителей, менее опасными жидкостями с температурой кипения выше 110 °С (амилацетат, этиленгликоль, хлорбензол, кси-лол, амиловый спирт).

2. Для защиты от поражений электрическим током приме-няют так называемые безопасные напряжения (12, 24, 36 В). При таком напряжении опасность поражения током снижается. Одна-ко считать такие напряжения абсолютно безопасными нельзя, по-скольку известны случаи поражения человека при воздействии именно таких напряжений.

3. Снижение интенсивности возникновения зарядов стати-ческого электричества достигается подбором соответствующих скоростей движения веществ, предотвращением разбрызгивания и распыления; очисткой газов и жидкостей от примесей. С этой же целью применяются нейтрализаторы статического электриче-ства, которые по принципу действия делятся на индукционные, радиоизотопные и комбинированные.

4. Одним из средств повышения безопасности вредных и взрывоопасных производств является вынос оборудования на от-крытые площадки. Это снижает вероятность отравления вредны-ми веществами, а также существенно снижает опасность взрыва, пожара.

5. Снижение вредного воздействия выбросов и степени взрыво- и пожароопасности достигается соответствующим рас-положением предприятий на генеральном плане с учетом преоб-ладающего направления ветров. При этом снижается (но не ис-ключается полностью) вероятность вредного воздействия выбро-сов на людей.

Принцип ликвидации опасности состоит в устранении опасных и вредных факторов, что достигается изменением техно-логии, заменой опасных веществ безопасными, применением бо-лее безопасного оборудования, совершенствованием научной ор-ганизации труда и другими средствами. Этот принцип наиболее

прогрессивен по своей сути и весьма многолик по формам реализации. С поиска способов реализации именно этого принципа следует начинать как теоретические, так и практические работы по повышению уровня безопасности жизнедеятельности.

Рассмотрим несколько примеров:

1. Некоторые катализаторы являются вредными и огнеопасными. В технологическом процессе алкилирования фенола в качестве катализатора раньше применяли серную кислоту и хлористый алюминий. Теперь они заменены катионообменной смолой КУ-2, что исключает опасность ожога кислотой.

2. Ртуть является высокотоксичным веществом. Рекомендуется во всех случаях, где это возможно, ртутные приборы заменять безртутными.

3. При проведении многих технологических процессов выделяется много взрывоопасных и токсичных газов. Для обеспечения безопасности применяют факельную систему уничтожения этих газов.

3.1.2. Технические принципы

Технические принципы направлены на непосредственное предотвращение действия опасностей. Технические принципы основаны на использовании физических законов. К техническим принципам относятся: принцип защиты расстоянием, принцип прочности, принцип слабого звена, принцип экранирования.

Принцип защиты расстоянием заключается в установлении такого расстояния между человеком и источником опасности, при котором обеспечивается заданный уровень безопасности. Принцип основан на том, что действие опасных и вредных факторов ослабевает по тому или иному закону или полностью исчезает в зависимости от расстояния.

Противопожарные разрывы. Чтобы избежать распространения пожара, здания, сооружения и другие объекты располагают на определенном расстоянии друг от друга. Эти расстояния называют противопожарными разрывами.

Санитарно-защитные зоны. Для защиты жилых застроек от вредных и неприятно пахнущих веществ, повышенных уровней шума, вибраций, ультразвука, электромагнитных волн радиоча-

стот, статического электричества, ионизирующих излучений предусматриваются санитарно-защитные зоны. Санитарно-защитная зона – это пространство между границей жилой застройки и объектами, являющимися источниками вредных факторов. Размер санитарно-защитной зоны устанавливается в соответствии с санитарной классификацией предприятий.

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода. Для того чтобы люди во время пожара могли беспрепятственно и безопасно покинуть здание, регламентируется кратчайшее расстояние от рабочего места до выхода наружу.

Защита от электрического тока. Защита от прикосновения к токоведущим частям электрических установок достигается, в частности, недоступным расположением токоведущих частей. Защита от ионизирующих излучений и электромагнитных полей также обеспечивается расстоянием.

Принцип прочности состоит в том, что в целях повышения уровня безопасности усиливают способность материалов, конструкций и их элементов сопротивляться разрушениям и остаточным деформациям от механических воздействий. Реализуется принцип прочности при помощи так называемого коэффициента запаса прочности, который представляет собой отношение опасной нагрузки, вызывающей недопустимые деформации или разрушения, к допустимой нагрузке. Величину коэффициента запаса прочности устанавливают исходя из характера действующих усилий и напряжений (статический, ударный), механических свойств материала, опыта работы аналогичных конструкций и других факторов. С принципом прочности связано решение вопросов устойчивости (жесткости) конструкции. Под устойчивостью понимают способность конструкции сопротивляться возникновению больших отклонений от положения невозмущенного равновесия при малых возмущающих воздействиях.

Принцип прочности реализуется для защиты от электротока. Для защиты от поражения в электроустановках применяют изолирующие средства, обладающие высокой механической и электрической прочностью.

На принципе прочности основано применение предохранительных поясов для работы на высоте. Предохранительный пояс

цепью прикрепляется к прочным конструкциям при помощи карабина.

Принцип слабого звена состоит в применении в целях безопасности ослабленных элементов конструкций или специальных устройств, которые разрушаются или срабатывают при определенных предварительно рассчитанных значениях факторов, обеспечивая сохранность производственных объектов и безопасность персонала. Принцип слабого звена используется в различных областях техники.

Противовзрывные проемы. Для обеспечения взрывостойкости зданий, внутри которых возможен взрыв, в оболочке зданий предусматривают противовзрывные проемы такой площади, через которые в течение заданного времени (исключающего разрушение здания) можно понизить давление взрыва до безопасной величины. В качестве противовзрывных часто используют оконные и дверные проемы.

Противовзрывные клапаны. Для предотвращения разрушающего действия взрыва в аппаратах, газоходах, пылепроводах и других устройствах применяют противовзрывные клапаны различных конструкций, а также мембраны из алюминия, меди. Мембраны должны разрываться при давлении, превышающем рабочее давление более чем на 25 %.

Предохранительные клапаны. Сосуды, работающие под давлением, снабжают предохранительными клапанами. Число и размеры предохранительных клапанов подбирают с учетом того, чтобы в сосуде не могло возникнуть давление, превышающее расчетное более чем на 15 % при рабочем давлении менее 6 МПа и более чем 10 % при давлении большем 6 МПа.

Принцип экранирования состоит в том, что между источником опасности и человеком устанавливается преграда, гарантирующая защиту от опасности. При этом функция преграды состоит в том, чтобы препятствовать прохождению опасных свойств в гомосферу. Применяются, как правило, разнообразные по конструкции сплошные экраны.

Защита от тепловых излучений. Распространено применение экранов для защиты от тепловых облучений. При этом различают экраны отражения, поглощения и теплоотвода. Для устройства экранов отражения используют светлые материалы: алюми-

ний, белую жель, алюминиевую фольгу, оцинкованное железо. Теплоотводящие экраны изготавливают в виде конструкций (змеевик) с проточной водой. Теплопоглощающие экраны изготавливают из материала с большой степенью черноты. Если необходимо обеспечить возможность наблюдения (кабины, пульта управления), применяют прозрачные экраны, выполненные из многослойного или жаропоглощающего стекла или других конструкций. Прозрачным теплопоглощающим экраном служат и водяные завесы, которые могут быть двух типов: переливные (вода подается сверху) и напорные (с подачей воды снизу под давлением).

Защита от ионизирующих излучений. Защитное экранирование широко применяется для защиты от ионизирующих излучений. Оно позволяет снизить облучение до любого заданного уровня. Материал, применяемый для экранирования, и толщина экрана зависят от природы излучения (альфа, бета, гамма, нейтроны). Толщина экрана рассчитывается на основе законов ослабления излучений в веществе экрана.

Защита от электромагнитных излучений. Экранирование используется для защиты от электромагнитных полей. В этом случае применяют материалы с высокой электрической проводимостью (медь, алюминий, латунь) в виде листов толщиной не менее 0,5 мм или сетки с ячейками размером не более 4 мм. Электромагнитное поле ослабляется металлическим экраном в результате создания в его толще поля противоположного направления.

Защита от вибраций и шума. Одним из эффективных способов защиты от вибраций, вызываемых работой машин и механизмов, является виброизоляция. Роль своеобразного экрана здесь выполняют амортизаторы (виброизоляторы), представляющие собой упругие элементы, размещенные между машиной и ее основанием. Энергия вибрации поглощается амортизаторами, а это уменьшает передачу вибраций на основание.

Экраны используют для защиты работающих от прямого воздействия шума. Акустический эффект экрана основан на образовании за ним области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. Причем справедлива такая зависимость: чем больше длина звуковой волны, тем меньше при данных размерах экрана область тени. Следовательно, применение экранов эффективно для защиты от средне- и высокочастотных шумов. На низ-

ких частотах за счет эффекта дифракции звук огибает экраны, не создавая аэродинамической тени.

Система индивидуальной защиты (СИЗ). Принцип экранирования используется в СИЗ (очки, щитки).

3.1.3. Организационные принципы

К организационным принципам относятся: принцип защиты временем, принцип нормирования, принцип несовместимости, принцип эргономичности.

Принцип защиты временем предполагает сокращение до безопасных значений длительности нахождения людей в условиях воздействия опасности. Этот принцип имеет значение при защите от ионизирующих излучений, от шума, при установлении продолжительных отпусков и в других случаях. Рассмотрим несколько примеров:

Отпуск. Все трудящиеся получают оплачиваемый отпуск. Это снимает накопившуюся усталость и способствует улучшению здоровья и повышению жизненного тонуса.

Продолжительность рабочего дня. Там, где пока не устранены вредные условия труда, действующее законодательство предусматривает систему компенсаций профессиональных вредностей. Одним из видов компенсаций является сокращение продолжительности рабочего дня.

Принцип нормирования состоит в регламентации условий, соблюдение которых обеспечивает заданный уровень безопасности. Необходимость нормирования обуславливается тем, что достичь абсолютной безопасности практически невозможно. Нормирование имеет важное методологическое значение. Нормы являются исходными данными для расчета и организации мероприятий по обеспечению безопасности. При нормировании учитываются психофизические характеристики человека, а также технические и экономические возможности.

Принцип несовместимости заключается в пространственном и временном разделении объектов реального мира (веществ, материалов, оборудования, помещений, людей), основанном на учете природы их взаимодействия с позиций безопасности. Такое разделение преследует цель исключить возникновение опасных

ситуаций, порождаемых взаимодействием объектов. Этот принцип весьма распространен в различных областях техники. Рассмотрим некоторые примеры использования принципа несовместимости:

Хранение веществ. По возможности совместного хранения вещества делятся на восемь групп:

I – взрывчатые вещества;

II – селитры, хлораты, перхлораты, нитропродукты;

III – сжатые и сжиженные газы (горючие, поддерживающие горение и инертные);

IV – вещества, самовозгорающиеся при контакте с воздухом или водой (карбиды, щелочные металлы, фосфор);

V – легковоспламеняющиеся жидкости;

VI – отравляющие вещества (мышьяковистые соединения, цианистые и ртутные соли, хлор);

VII – вещества, способные вызвать воспламенение (азотная и крепкая серная кислоты, бром, хромовая кислота, перманганаты);

VIII – легкогорючие материалы (нафталин, вата, древесная стружка).

Хранить совместно разрешается только вещества, входящие в определенную группу. Кроме того, каждое из веществ VII группы должно храниться изолированно

Производственные помещения. Принцип несовместимости реализуется при планировке производственных и бытовых помещений. Бытовые помещения изолируют от производственных. Производственные помещения планируют так, чтобы исключалось загрязнение воздуха одних помещений токсичными веществами, поступающими из других цехов.

Зонирование территории. В целях повышения взрыво-, пожаробезопасности и улучшения санитарного состояния при разработке генеральных планов предприятий применяется зонирование территории. Сущность зонирования заключается в территориальном объединении в группы (зоны) различных объектов, входящих в состав предприятия по признаку технологической связи и характеру присущих им опасностей и вредностей.

Принцип эргономичности состоит в том, что для обеспечения безопасности учитываются антропометрические, психофизические и психологические свойства человека. Антропометриче-

ские требования сводятся к учету размеров и позы человека при проектировании оборудования, рабочих мест, мебели, одежды, СИЗ. Психофизические требования устанавливают соответствие свойств объектов особенностям функционирования органов чувств человека. Психологические требования определяют соответствие объектов психическим особенностям человека.

3.1.4. Управленческие принципы

Управленческими называются принципы, определяющие взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями и этапами процесса обеспечения безопасности. К управленческим принципам относятся: принцип плановости, принцип стимулирования, принцип компенсации, принцип эффективности.

Принцип плановости означает установление на определенные периоды направлений и количественных показателей деятельности. В соответствии с рассматриваемым принципом должны устанавливаться конкретные количественные задания на различных иерархических уровнях на основе контрольных цифр. Планирование в области безопасности должно ориентироваться на достижение конечных результатов, выраженных в показателях, характеризующих непосредственно условия труда. Другие показатели являются производными.

Принцип стимулирования означает учет количества и качества затраченного труда и полученных результатов при распределении материальных благ и моральном поощрении. Принцип стимулирования реализует такой важный фактор, как личный интерес.

Принцип компенсации (от лат. *compensatio* – возмещение) состоит в предоставлении различного рода льгот с целью восстановления нарушенного равновесия психических и психофизиологических процессов или предупреждения нежелательных изменений в состоянии здоровья.

Принцип эффективности состоит в сопоставлении фактических результатов с плановыми и оценке достигнутых показателей по критериям затрат и выгод. В области безопасности различают социальную, инженерно-техническую и экономическую

эффективность. Функция эффективности в безопасности весьма специфична.

3.2. Методы обеспечения безопасности

Деятельность человека всегда осуществляется в определенной среде. Среда состоит из множества элементов, которые обладают определенными свойствами, воздействующими на человека. Реализуясь в пространстве и времени, опасности причиняют вред здоровью человека, который проявляется в нервных потрясениях, травмах, болезнях, инвалидных и летальных исходах. Методы обеспечения безопасности представляют собой способы достижения главной цели – сохранение здоровья и жизни человека в естественной среде, защите его от опасностей техногенного, антропогенного, естественного происхождения и создание комфортных условий жизнедеятельности.

Наличие потенциальной опасности не всегда сопровождается ее негативным воздействием на человека. Для реализации потенциальной опасности необходимы следующие условия:

- реальное существование опасности;
- нахождение человека в зоне действия опасности;
- отсутствие у человека достаточных средств защиты.

Введем следующие определения:

Гомосфера – пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности.

Ноксосфера – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Важно понимать, что совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо с точки зрения безопасности. Поэтому обеспечение безопасности деятельности может быть достигнуто следующими тремя основными методами:

Метод А – пространственное (или) временное разделение гомосферы и ноксосферы, этот метод реализуется средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации;

Метод Б – нормализация ноксосферы путем исключения опасности; это совокупность мероприятий, защищающих челове-

ка от шума, газа, пыли, опасности травмирования, и применения других средств коллективной защиты.

Метод В – средства и приемы, направленные на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности. Данный метод реализует возможности профотбора, обучения, инструктажа, применения индивидуальных средств защиты.

В реальных условиях реализуется комбинация выше названных методов.

3.3. Средства обеспечения безопасности деятельности

Для обеспечения безопасности исходя из способов защиты применяют средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). СКЗ классифицируются в зависимости от проявления опасных и вредных факторов (средства защиты от шума, вибрации, электростатических зарядов и т. д.), а СИЗ – в зависимости от защищаемых органов (средства защиты органов дыхания, рук, головы, лица, глаз).

По техническому исполнению СКЗ подразделяются на следующие группы: ограждения; блокировочные, тормозные и предохранительные устройства; световая и звуковая сигнализация; знаки безопасности; устройства автоматического контроля и дистанционного управления, заземления и зануления; вентиляция, отопление, освещение и др.

К СИЗ относятся противогазы и респираторы, маски, различные виды специальной одежды и обуви, рукавицы, перчатки, каски, шлемы, противозумные шлемы, защитные очки, предохранительные пояса и др.

Контрольные вопросы

1. Укажите важнейшие принципы системного анализа безопасности.
2. Дайте определение метода, принципа и средства обеспечения безопасности.
3. На какие классы по признаку реализации можно разделить принципы обеспечения безопасности?

4. Дайте определение ориентирующих принципов обеспечения безопасности и приведите несколько примеров их реализации.

5. Объясните, в чем суть технических принципов обеспечения безопасности, и дайте примеры их реализации.

6. Что такое управленческие принципы обеспечения безопасности? Приведите примеры их реализации.

7. Какие организационные принципы обеспечения безопасности вы знаете? Приведите примеры их реализации.

4. Опасные и вредные факторы производственной среды. Вредные и опасные вещества

4.1. Классификация опасных и вредных факторов производственной среды

Человек, решая задачи своего материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания своей производственной деятельностью, генерируя в среде обитания антропогенные и техногенные опасности.

Негативные воздействия техносферы на человека и природную среду возникают вследствие ряда причин, главными из которых являются:

– непрерывное поступление в техносферу отходов промышленности, энергетики, средств транспорта, сельскохозяйственного производства, сферы быта и т. п.;

– эксплуатация промышленных объектов и технических систем в жизненном пространстве, которые имеют повышенные энергетические характеристики;

– спонтанно возникающие техногенные аварии на транспорте, на объектах энергетики, в промышленности, а также при хранении взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ;

– несанкционированные и ошибочные действия операторов технических систем.

Отходы сопровождают работу любого производства (промышленного, сельскохозяйственного и т. п.). Они поступают в окружающую среду в виде выбросов в атмосферу, сбросов в во-

доемы, твердых и бытовых отходов и мусора на поверхность и в недра земли.

Кроме материальных отходов при технологических процессах в среду обитания поступают потоки энергии различных видов: механической, тепловой, электромагнитной. Промышленные предприятия, объекты энергетики, связи и транспорт являются основными источниками энергетического загрязнения промышленных регионов, городской среды, жилищ и природных зон. К *энергетическим загрязнениям* относят вибрационное и акустическое воздействие, электромагнитные поля и излучения, воздействия радионуклидов и ионизирующих излучений.

Производственная среда – это часть техносферы, обладающая повышенной концентрацией негативных факторов. Основными носителями травмирующих и вредных факторов в производственной среде являются машины и другие технические устройства, химические вещества, источники энергии.

Условия труда на рабочих местах складываются под воздействием большого числа факторов, различных по своей природе. Под негативными факторами понимаются факторы, приводящие к нарушению нормального состояния человека, причиняющие вред его здоровью, а также наносящие ущерб окружающей среде.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию, снижению работоспособности и (или) отрицательному влиянию на здоровье потомства (ССБТ ГОСТ 12.0.002–80 «Термины и определения»).

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья или смерти (ССБТ ГОСТ 12.0.002–80 «Термины и определения»).

Производственная травма представляет собой внезапное повреждение организма человека и потерю им трудоспособности, вызванные несчастным случаем на производстве.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по своему действию на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические.

Физические опасные и вредные факторы: движущиеся машины и механизмы, повышенные уровни шума и вибраций, электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность, электрический ток.

Химические опасные и вредные производственные факторы по характеру воздействия на организм человека подразделяются на общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие (вызывают различного рода аллергии), канцерогенные (способствуют появлению раковых заболеваний), мутагенные (влияющие на репродуктивную функцию). В эту группу входят многочисленные пары и газы: пары бензола и толуола, оксид углерода, сернистый ангидрид, оксиды азота, аэрозоли свинца, токсичные пыли, агрессивные жидкости (кислоты, щелочи), которые могут причинить химические ожоги кожного покрова при соприкосновении с ними.

Биологические опасные и вредные производственные факторы: патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы), а также животные и растения, воздействие которых связано с их способностью оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы: физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов слуха, зрения).

4.2. Вредные вещества

Воздействие вредных веществ на человека может сопровождаться отравлениями и травмами. В санитарно-гигиенической практике вредные вещества делят на токсические вещества и промышленную пыль.

Вредные вещества – это пары, газы, жидкости, аэрозоли, соединения, смеси (далее вещество) при контакте с организмом человека могут вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования как в процессе контакта с ними, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

В настоящее время известно около 7 млн химических веществ и соединений, из которых 60 тыс. находят применение в деятельности человека: 5500 – в виде пищевых добавок, 4000 – лекарств, 1500 – препаратов бытовой химии. На международном рынке ежегодно появляется от 500 до 1000 новых химических соединений и смесей.

Химические вещества (органические, неорганические, элементоорганические) классифицируются в зависимости от их практического использования:

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

- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлоран), инсектициды (карбофос);

- лекарственные средства;

- бытовые химикаты, применяемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики;

- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях (аконит, цикута), в грибах (мухомор), у животных (змеи, пчелы);

- отравляющие вещества (ОВ) – зарин, иприт, фосген.

Ядовитые свойства могут проявлять практически все вещества, даже такие, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах. К промышленным ядам относится большая группа химических веществ и соединений, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в производстве.

4.2.1. Механизм действия вредных веществ

Пути поступления вредных веществ в организм. В организм человека промышленные химические вещества могут поступать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожу, а также через слизистые оболочки глаз. Через дыхательные пути яды поступают в организм в виде паров, газов и пыли; через

желудочно-кишечный тракт – чаще всего с загрязненных рук, но также и вследствие заглатывания пыли, паров, газов; через кожу проникают органические химические вещества преимущественно жидкой, маслянистой и тестообразной консистенции. Однако основным путем поступления являются легкие. Помимо острых и хронических профессиональных отравлений, промышленные яды могут быть причиной понижения устойчивости организма и повышенной общей заболеваемости. В практической работе знание путей поступления ядов в организм определяет меры профилактики отравлений.

Бытовые отравления чаще всего возникают при попадании яда в желудочно-кишечный тракт (ядохимикатов, бытовых химикатов, лекарств). Возможны острые отравления и заболевания при попадании яда непосредственно в кровь, например, при укусах змеями или при инъекциях лекарственных препаратов.

Распределение ядовитых веществ в организме подчиняется определенным закономерностям. Сначала происходит динамическое распределение вещества, определяемое интенсивностью кровообращения. Затем основную роль начинает играть поглощающая способность тканей. Для ряда металлов (серебро, марганец, хром, ванадий, кадмий) характерно быстрое выведение из крови и накопление в печени и почках. Соединения бария, бериллия, свинца образуют прочные соединения с кальцием и фосфором и накапливаются в костной ткани.

Токсическое действие вредных веществ. Токсическое действие вредных веществ – это результат взаимодействия организма, вредного вещества и окружающей среды. Эффект воздействия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физико-химических свойств, длительности поступления, химических реакций в организме. Кроме того, он зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, пути поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Общая токсикологическая классификация ядов включает в себя следующие виды воздействия на живые организмы:

а) нервно-паралитическое действие (бронхоспазмы, судороги, параличи) оказывают токсичные вещества – фосфорооргани-

ческие инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, отравляющие вещества (ОВ), некоторые пестициды);

б) кожно-резорбтивное действие (местные воспаления и некротические изменения в сочетании с общетоксическими явлениями) оказывают токсичные вещества – уксусная эссенция, дихлорэтан, гексахлоран, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема);

в) общетоксическое действие (кома, отек мозга, судороги, параличи) оказывают токсичные вещества – синильная кислота и ее производные, алкоголь и его суррогаты, угарный газ, ОВ;

г) удушающее действие (токсический отек легких) оказывают вещества – оксиды азота, ОВ;

д) слезоточивое и раздражающее действие (раздражение слизистых оболочек глаз, носа, горла) оказывают вещества – пары крепких кислот и щелочей, ОВ;

е) психотропное действие (нарушение психической активности, сознания) оказывают вещества – наркотики, атропин.

Вместе с тем яды обладают и так называемой избирательной токсичностью, т. е. представляют наибольшую опасность для определенного органа или системы организма. По избирательной токсичности яды подразделяют на:

– сердечные с преимущественным кардиотоксическим действием, к этой группе относятся многие лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов (бария, калия, кобальта, кадмия);

– нервные, вызывающие нарушение психической деятельности (угарный газ, алкоголь, наркотики, некоторые пестициды);

– печеночные, среди них следует выделить хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;

– почечные, это соединения тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;

– кровяные, это анилин и его производные, нитриты;

– легочные – оксиды азота, озон, фосген.

Классификация вредных веществ по степени опасности.

Опасность вещества – это способность вещества вызывать негативные для здоровья эффекты в условиях производства, города или в быту.

Об опасности веществ можно судить по:

1) критериям токсичности (ПДК – предельно допустимой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, воде, почве; ОБУВ – ориентировочному безопасному уровню воздействия для тех же сред; КВИО – коэффициенту возможного ингаляционного отравления; средним смертельным дозам и концентрациям в воздухе, на коже, в желудке);

2) по величине порогов вредного действия (однократного, хронического);

3) по величине порога запаха;

4) по величине порогов специфического действия (аллергенного, канцерогенного).

Показатели токсичности определяют класс опасности вещества. Классификация вредных веществ по степени опасности включает четыре класса (ГОСТ 12.1.007–76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»):

1 – чрезвычайно опасные вещества, для них ПДК $< 0,1$ мг/м³, например, свинец, ртуть имеют ПДК = 0,01 мг/м³;

2 – высоко опасные вещества, ПДК = 0,1...1,0 мг/м³, например, марганец имеет ПДК = 0,3 мг/м³;

3 – умеренно опасные, ПДК = 1,0...10 мг/м³, например, азота диоксид имеет ПДК = 2 мг/м³;

4 – малоопасные, ПДК > 10 мг/м³, например, угарный газ имеет ПДК = 20 мг/м³.

Отравления являются наиболее неблагоприятной формой негативного воздействия токсичных веществ на человека. Они могут протекать в острой и хронической формах.

Острые отравления чаще бывают групповыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования или грубых нарушений требований безопасности; они характеризуются:

– кратковременностью действия ядов, не более чем в течение одной смены;

– поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах – при высоких концентрациях в воздухе, ошибочном приеме внутрь, сильном загрязнении кожных покровов.

Чрезвычайно быстрое отравление может наступить при воздействии высоких концентраций паров бензина, сероуглерода и закончиться гибелью от паралича дыхательного центра, если по-

страдавшего сразу же не вынести на свежий воздух и не оказать первую помощь.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах. Хронические отравления органов дыхания могут быть следствием перенесенной однократной или нескольких повторных острых интоксикаций (отравлений). К ядам, вызывающим хронические отравления, относятся хлорированные углеводороды, бензол, свинец.

При повторном воздействии одного и того же яда в околотоксической дозе может измениться характер течения отравления и кроме кумуляции развивается сенсibilизация или привыкание.

Сенсibilизация – состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее, т. е. повышает чувствительность организма к веществу. Эффект сенсibilизации связан с образованием в крови и других внутренних средах организма измененных и ставших чужеродными для человека белковых молекул, формирующих антитела, которые могут вызвать развитие аллергических реакций. К веществам, вызывающим сенсibilизацию, относятся бериллий и его соединения, карбонилы никеля, железа, кобальта, соединения ванадия.

При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать и обратное явление – ослабление эффектов действия – *привыкание*. Для развития привыкания к хроническому воздействию яда необходимо, чтобы его концентрация (доза) была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции и не была чрезмерной, приводящей к быстрому и серьезному повреждению организма. Следует иметь в виду, что привыкание является лишь фазой приспособительного процесса, а перенапряжение систем регуляции может привести к срыву привыкания и развитию заболеваний.

На производстве в течение всего рабочего дня концентрации вредных веществ не бывают постоянными. Они либо нарастают к концу смены, снижаясь за обеденный перерыв, либо резко колеблются, оказывая на человека непостоянное действие, которое во многих случаях оказывается более вредным, так как ведет к сры-

ву формирования адаптации. Это неблагоприятное действие отмечено при вдыхании угарного газа CO.

Токсическое действие яда проявляется тем сильнее, чем меньшее количество его молекул способно связать и вывести из строя наиболее жизненно важные клетки организма человека. Например, токсины ботулинуса способны накапливаться в окончаниях периферических двигательных нервов и при содержании в количестве 8 молекул на каждую клетку вызывать их паралич, а 200 г этого токсина способны погубить все население Земли.

Характер воздействия вредных веществ. Вредные вещества по характеру воздействия подразделяются на:

– общетоксические, вызывающие отравление всего организма или поражающие отдельные системы – центральную нервную систему (ЦНС), систему кроветворения, вызывающие патологические изменения печени, почек;

– раздражающие, вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожи;

– сенсibiliзирующие, действующие как аллергены (формальдегид, растворители, лаки);

– мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные изотопы);

– канцерогенные, вызывающие злокачественные опухоли (хром, никель, асбест, ароматические углеводороды);

– влияющие на репродуктивную функцию (ртуть, свинец, стирол, радиоактивные изотопы).

На производстве редко встречается изолированное действие вредных веществ, обычно работник подвергается действию негативных факторов разной природы (физических, химических) или комбинированному влиянию факторов одной природы, чаще ряду химических веществ.

Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Различают несколько типов комбинированного действия ядов в зависимости от эффектов токсичности:

– аддитивное действие (суммарный эффект действия смеси равен сумме эффектов входящих в смесь компонентов). Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда

составляющие смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма. Примером такого действия является наркотическое действие смеси углеводородов (бензол, изопропилбензол);

– потенцированное действие (синергизм), компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает, потенцирует действие другого. Эффект синергизма больше аддитивного и проявляется только в случае острого отравления. Никель усиливает свою токсичность в присутствии медистых стоков в 10 раз, алкоголь значительно повышает опасность отравления анилином;

– антагонистическое действие, эффект менее аддитивного. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого. Примером может служить антидотное взаимодействие (противоядие) между эзерином и атропином;

– независимое действие, при котором комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого из ядов в отдельности. Преобладает эффект наиболее токсичного вещества. Комбинации веществ с независимым действием встречаются достаточно часто, например, бензол и раздражающие газы, смесь продуктов сгорания и пыли.

Наряду с комбинированным влиянием ядов, возможно, их комплексное действие, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями (органы дыхания и кожа, органы дыхания и желудочно-кишечный тракт и др.).

Пути обезвреживания ядов в организме различны. Первый и главный из них – изменение химической структуры яда в теле человека в результате обмена веществ. Органические соединения, например, подвергаются чаще всего, окислению, восстановлению, расщеплению, что в итоге приводит к возникновению менее вредных и менее активных веществ в организме. Не менее важный путь обезвреживания – выведение яда через органы дыхания, пищеварения, почки, потовые и сальные железы, кожу. Тяжелые металлы, как правило, выделяются через желудочно-кишечный тракт, некоторые органические соединения – в неизменном виде – через легкие и, частично, после физико-химических превращений – через почки и желудочно-кишечный тракт.

Требование полного отсутствия вредных веществ в зоне дыхания работающих часто невыполнимо, поэтому особую важность приобретает гигиеническое нормирование, т. е. ограниче-

ние содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых концентраций – ПДКрз (ГОСТ 12.1.005–88, ГН 22.5.1313–03).

ПДКрз (предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны) – это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ПДК, как правило, устанавливаются на уровне в 2...3 раза более низком, чем порог хронического действия, при этом учитывают возможность ингаляционного отравления, проникновения яда через неповрежденную кожу, накопления в организме. При выявлении специфического характера действия вещества (мутагенного, канцерогенного, сенсибилизирующего) – ПДК снижают в 10 раз и более.

До недавнего времени ПДК вредных веществ оценивали только как максимально разовые. Превышение их даже в течение короткого времени запрещалось. В последнее время для веществ, обладающих свойствами накапливаться (кумуляции) в организме (свинец, ртуть, медь), была введена среднесменная концентрация (ПДКсм), получаемая путем непрерывного или прерывистого отбора проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены. Например, ртуть имеет ПДКрз – $0,01 \text{ мг/м}^3$, а ПДКсм – $0,005 \text{ мг/м}^3$. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленные ПДК.

Для веществ, обладающих кожно-резорбтивным действием, устанавливается предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи по ГН 2.2.5–563–96, например, для бензола и толуола $\text{ПДУ} = 0,05 \text{ мг/см}^2$.

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест также ограничивается величинами ПДК, нормируются средняя суточная концентрация вещества (ПДКсс) и максимальная разовая (ПДКмр).

ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест – это максимальные концентрации, отнесенные к опреде-

ленному периоду осреднения (30 мин, 24 ч, 1 мес, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособности человека и не ухудшающие его самочувствия.

ПДК_{мр} – наиболее высокая из 30-минутных концентраций, зарегистрированных в данной точке за определенный период наблюдения. В основу установления ПДК_{мр} положен принцип предотвращения рефлекторных реакций у человека, например, чихания, кашля.

ПДК_{сс} – средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток. В основу ПДК_{сс} положен принцип предотвращения общетоксического действия на организм.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ, не обладающих одновременным действием, ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии. ПДК распространяются на воздух рабочей зоны всех рабочих мест независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах).

4.2.2. Способы и средства борьбы с вредными веществами

Наиболее рациональной мерой профилактики отравлений и профессиональных заболеваний является создание таких условий труда, при которых исключается или сводится к минимуму контакт работающих с вредными веществами. Это в первую очередь достигается широким внедрением средств механизации и автоматизации производственных процессов, заменой вредных веществ на менее вредные или полностью безвредные. Этой же цели служит модернизация технологического оборудования, его совершенствование (герметизация, капсуляция, частичное или полное укрытие с устройством вытяжки воздуха).

Большая роль в оздоровлении условий труда на производствах с вредными выделениями отводится вентиляции. Наиболее эффективна местная вытяжная вентиляция от мест образования вредностей. Общеобменная вентиляция должна рассчитываться

на разбавление до безопасного уровня вредностей, не удаленных местной вентиляцией. При наличии в помещении нескольких вредных веществ необходимый объем вентиляционного воздуха должен рассчитываться по каждому из них, а окончательно принимается наибольшее значение.

При работе с особо вредными веществами, например со свинцом, необходимо устройство бытовых помещений типа санпропускников с обязательной очисткой спецодежды; обязательно мытье в душе после работы, запрещение приема пищи и курения в производственных помещениях, отдельное хранение в индивидуальных шкафчиках личной одежды и спецодежды. Рекомендуется включение в рацион питания таких продуктов, которые повышают сопротивляемость организма воздействию вредных веществ.

Обязательно проведение предварительных и периодических медицинских осмотров, сроки их устанавливаются в соответствии с характером работ и вредностью вещества.

Одним из мероприятий по оздоровлению условий труда является дегазация помещений путем промывки полов и стен 1 %-ным раствором марганцовокислого калия с добавлением соляной кислоты в количестве 5 мг/л.

Все работающие с вредными веществами должны быть обучены правилам безопасности и знать начальные признаки действия вредных веществ, уметь оказывать первую само- и взаимопомощь. В атмосфере с высокой концентрацией вредных веществ запрещается работать в одиночку.

На работу, связанную с применением ряда особо токсических веществ (например, бензола), женщины и лица моложе 18 лет не допускаются.

Применением комплекса технических мероприятий не всегда можно обеспечить нормальные санитарно-гигиенические условия труда на производстве. В этих условиях возникает необходимость в использовании средств индивидуальной защиты работающих. Для защиты тела работающих применяют спецодежду различных типов, изготовленную из разных материалов (теплозащитная, противопыльная, масло- и кислотостойкая, металлизированная). Например, для защиты от кислот и щелочей используют одежду из резиновых или перхлорвиниловых пленочных материалов. Го-

лову рабочего защищают каской, шлемом. Спецобувь применяется в соответствии с условиями рабочей среды, часто ее делают на нескользящей подошве. Для защиты рук применяют перчатки и рукавицы прорезиненные или из кислотостойких материалов. Лицо работающего защищают от брызг агрессивных жидкостей масками и щитками из светопрозрачных материалов. Органы зрения защищают очками, которые бывают противоударными, противопыльными, с затемненными стеклами и др.

При работе в условиях высокой загазованности воздушной среды применяют противогазы фильтрующего и изолирующего типов. Каждый тип фильтрующего противогаза защищает от определенного вредного вещества. При очень высоких концентрациях вредных газов, а также при содержании кислорода в воздухе менее 18 % используют изолирующие противогазы, которые бывают шланговыми и автономными. В шланговых противогазах воздух нагнетается в маску воздуходувкой.

В целях предупреждения заболеваний кожи применяют мази (пасты) и моющие средства. Мази бывают гидрофильные – для защиты от жиров, масел, лаков, смол и других органических веществ и гидрофобные – для защиты от воды и водных растворов кислот, щелочей, солей.

4.3. Производственная пыль

4.3.1. Классификация производственной пыли

Борьба с производственной пылью представляет собой одну из важнейших задач гигиены труда, так как воздействию пыли может подвергаться большое число работающих. Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности (добыча угля, металлических руд), в производстве строительных материалов (огнеупорные изделия, кирпич, цемент), фарфоро-фаянсовой, мукомольной промышленности, чугунно-медно-сталелитейных и других цехах металлургической и машиностроительной промышленности, в подготовительных и прядильных цехах текстильной промышленности, в сельском хозяйстве и многих других отраслях.

Вдыхание пыли может привести к специфическим заболеваниям (пневмокониозам), способствовать возникновению и распространению таких заболеваний, как ларингит, трахеит, бронхит, пневмония, туберкулез легких, заболевания кожи.

Пыль способствует быстрому износу производственного оборудования, может служить причиной брака (точное приборостроение, переработка фторопластов).

При определенных условиях возможны взрывы пыли.

Пыль – понятие, характеризующее физическое состояние вещества, а именно раздробленность его на мельчайшие частицы. Взвешенные в воздухе твердые частицы представляют собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсной средой – воздух.

Дисперсную систему взвешенных твердых частиц в воздухе называют *аэрозолем*. Если в воздухе взвешены однородные по своим физико-химическим свойствам частицы, систему называют моногенной, или однофазной; если пылевые частицы, взвешенные в воздухе, по своим физико-химическим свойствам различны, система носит название гетерогенной, или многофазной.

С гигиенической точки зрения аэрозоли, для которых характерно токсическое действие вследствие их химических свойств (аэрозоли свинца, окиси цинка, мышьяка), относят к промышленным ядам).

По характеру веществ, из которых пыль образовалась, известна следующая ее классификация:

Органическая пыль:

- а) растительная (древесная, хлопковая);
- б) животная (шерстяная, костная);
- в) искусственная органическая (пластмассовая).

Неорганическая пыль:

- а) минеральная (кварцевая, силикатная);
- б) металлическая (железная, алюминиевая).

Смешанная пыль (при шлифовке металла, при зачистке литья).

Для гигиенической оценки пыли пользуются классификацией по ее дисперсности, способу образования. Различают аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации.

Аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например в дробилках, мельницах, при бурении скальных пород. При этом чем тверже тело, тем меньше размеры образующихся частиц. Аэрозоли дезинтеграции в значительной мере состоят из пылинок сравнительно больших размеров, но в их состав также входят ультрамикроскопические частицы.

Аэрозоли конденсации образуются из паров металлов, металлоидов и их соединений, которые при охлаждении превращаются в твердые частицы. Например, в воздухе могут конденсироваться пары цинка и алюминия при их плавлении, пары металлов при электросварке. При этом размеры пылевых частиц значительно меньше, чем при образовании аэрозолей дезинтеграции.

Выделяют две группы аэрозолей по их дисперсности:

а) пыли – к ним относятся все твердые частицы, образующиеся при дезинтеграции, независимо от их размеров и включающие пылинки субмикроскопического размера;

б) дымы – к ним относятся конденсационные аэрозоли с твердой дисперсной фазой. К дымам можно отнести также аэрозоли, образующиеся при неполном сгорании топлива, дым хлористого аммония.

4.3.2. Физические и химические свойства пыли и их гигиеническая оценка

Гигиеническая оценка промышленных аэрозолей с твердой фазой зависит от их физических и химических свойств, из которых наиболее важными являются дисперсность, форма частиц, их консистенция, электрический заряд, растворимость, химический состав. С некоторыми из указанных свойств связана взрывчатость пыли.

Для гигиенической оценки пыли важным признаком является ее степень *дисперсности* (размер пылевых частиц), так как с этим связана как длительность пребывания взвешенной пылевой частицы в воздушной среде, так и глубина проникновения в дыхательные пути человека. От дисперсности пыли зависит степень задержки пылевых частиц в верхних дыхательных путях. Частицы размером больше 5–10 мкм оседают в носоглотке, они удаляются из нее с носовой слизью.

Гигиеническое значение имеют пылевые частицы размером 5 мкм и меньше. В альвеолах наиболее высок процент задержки пылевых частиц размером около 1 мкм. Наибольшей фиброгенной активностью обладают пылевые частицы размером 1–2 мкм. Пыль размером 0,1 мкм и меньше малопатогенна. Таким образом, наиболее опасными для человека считаются частицы размером от 0,2 до 5 мкм, которые, попадая в легкие при дыхании, задерживаются в них и, накапливаясь, могут стать причиной заболевания.

Почти все пылевые частицы имеют электрический заряд, причем количество частиц с отрицательным и положительным зарядом практически одинаково. Имеются данные о том, что процент задержки в дыхательных путях электрозаряженной пыли в 2–3 раза больше, чем нейтральной.

Биологическая активность пыли (фиброгенное, аллергенное, токсическое и раздражающее действие) зависят от химического состава пыли. Фиброгенность пыли главным образом связана с содержанием в ней свободной двуокиси кремния. Пыль железной руды содержит до 30 % свободной двуокиси кремния (SiO_2), вмещающие ее породы (кварцит) – до 70 %. Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Растворимость пыли в воде и тканевых жидкостях может иметь положительное и отрицательное значение. Если пыль не токсична и действие ее на ткань сводится к механическому раздражению, хорошая растворимость такой пыли является фактором благоприятным, способствующим быстрому удалению ее из легких. В случае токсичной пыли хорошая растворимость является отрицательным фактором.

Дисперсность пыли в большой мере влияет на ее физико-химическую активность, что объясняется значительным увеличением поверхности диспергированного тела. В связи с этим пыль может приобретать свойства взрывчатости. Активная сорбция кислорода пылевыми частицами делает их легковоспламеняющимися. Особенно взрывоопасны органические виды пыли (взрывы каменноугольной, пробковой, сахарной, мучной пыли). Опасность взрыва зависит от концентрации пыли, ее дисперсности, содержания в ней летучих веществ, зольности (наличия неорганических веществ), влажности. Особенно взрывоопасна

угольная пыль, содержащая значительное количество органических летучих веществ.

Следует также отметить, что некоторые виды пыли могут служить питательной средой для бактерий. Большое количество микробов обнаруживается в мучной пыли, взятой на мельнице (стафилококк, диплококк, стрептококк, кишечная палочка). Пыль может быть носителем не только бактерий, но и клещей.

4.3.3. Механизм и характер действия пыли на организм человека

Значительная часть задержанной пыли выделяется обратно при чихании и кашле. В среднем принято считать, что около 50 % пыли достигает легких и там задерживается. Вне зависимости от физико-химических свойств все виды пылевых частиц вначале оказывают механическое действие на легочную ткань, которая реагирует на них, как на инородное тело пролиферативной клеточной реакцией (*пролиферация* – новообразование клеток в организме путем их размножения делением).

В легких происходит процесс поглощения пылевых частиц пылевыми клетками. В дальнейшем в зависимости от агрессивности пыли процессы могут протекать в направлении образования патологической соединительной ткани (фиброз легких) или развития неспецифических патологических процессов.

В зависимости от происхождения, химического состава, растворимости, дисперсности, формы пылинок пыль может быть причиной возникновения разнообразных пылевых заболеваний человека. Пылевая патология является в основном легочной патологией и известна в виде профессионального заболевания – пневмокониоза. В настоящее время можно считать пневмокониоз заболеванием, возникающим при вдыхании многих видов пыли. Наиболее агрессивной фиброгенной пылью является кварцевая пыль, содержащая большое количество свободной двуокиси кремния.

Пневмокониозы – это хронические заболевания легких, возникающие в результате длительного воздействия в условиях производства промышленной пыли определенного состава (силикоз, антракоз).

К неспецифическим пылевым поражением относят хронические заболевания органов дыхания (бронхиты, трахеиты, ларингиты, пневмонии); заболевания глаз (конъюнктивиты, кератиты); заболевания кожи (дерматиты, пиодермия).

Предельно допустимые концентрации пыли. Предельно допустимые концентрации пыли определяются по условию наибольшей агрессивности кварцевой (SiO_2) пыли. Санитарными нормами установлены следующие предельно допустимые концентрации пыли в воздухе рабочих помещений (в весовых единицах):

1) при содержании в пыли 70 % свободной двуокиси кремния – 1 мг/м^3 ;

2) при содержании в пыли от 10 до 70 % свободной двуокиси кремния – 2 мг/м^3 ;

3) при содержании в пыли менее 10 % свободной двуокиси кремния – от 2 до 6 мг/м^3 ;

4) для пыли, не содержащей свободной двуокиси кремния, например угольной, установлена ПДК = 10 мг/м^3 .

Для асбестовой пыли и смешанной, содержащей более 10 % асбеста, – 2 мг/м^3 , для пыли стеклянного и минерального волокна – 4 мг/м^3 .

Всего нормировано более 30 видов нетоксичной пыли.

Установлены также предельно допустимые концентрации пыли для воздушной среды населенных мест. Для нейтральной атмосферной пыли они составляют $0,15 \text{ мг/м}^3$ (среднесуточная ПДК) и $0,5 \text{ мг/м}^3$ (максимально-разовая ПДК).

Измерение концентрации пыли в воздухе. Измерение концентрации пыли в воздухе выполняют весовым и счетным методами.

Весовой метод основан на принципе получения привеса фильтра при пропускании через него определенного объема исследуемого воздуха. Для просасывания воздуха через фильтр используют специальные приборы – аспираторы.

Счетный метод основан на предварительном выделении пыли из воздуха с осаждением ее и последующем подсчете числа частиц с помощью микроскопа. Концентрация пыли в этом случае выражается числом частиц, приходящейся на единицу объема воздуха.

Весовой метод определения концентрации пыли является основным. Он стандартизован и применяется органами санитарного надзора для контроля качества воздушной среды на промышленных предприятиях.

4.3.4. Профилактика пылевых заболеваний

Профилактика профессиональных пылевых болезней должна осуществляться по ряду направлений и включает в себя: гигиеническое нормирование; технологические мероприятия; санитарно-гигиенические мероприятия; индивидуальные средства защиты; лечебно-профилактические мероприятия.

Гигиеническое нормирование является основой проведения мероприятий по борьбе с производственной пылью. Требования соблюдения установленных ГОСТ 12.1.005–88 ПДК является основным при осуществлении предупредительного и текущего санитарного надзора. Систематический контроль за состоянием уровня запыленности осуществляется лабораториями СЭС, заводскими санитарно-химическими лабораториями. На администрацию предприятий возложена ответственность за поддержание условий, препятствующих превышению ПДК пыли в воздушной среде цехов и производственных помещений.

Технологические мероприятия по устранению образования пыли на рабочих местах путем изменения технологии производства – основной путь профилактики пылевых заболеваний легких. Внедрение непрерывных технологий, автоматизация и механизация производственных процессов, устраняющих ручной труд, дистанционное управление способствуют значительному улучшению условий труда рабочих.

Широкое применение автоматических видов сварки с дистанционным управлением, роботов-манипуляторов на операциях загрузки, пересыпки, упаковки сыпучих материалов значительно снижают контакт рабочих с источниками пылевыделения. Использование новых технологий – литье под давлением, электрохимические методы обработки металла, дробеструйная, гидроили электроискровая очистка исключили операции, связанные с пылеобразованием в литейных цехах заводов.

Эффективными средствами борьбы с пылью являются: применение в технологическом процессе вместо порошкообразных продуктов брикетов, гранул, растворов; замена токсических веществ на нетоксичные; переход от твердого топлива на газообразное.

Санитарно-технические мероприятия проводятся для предупреждения пылевых заболеваний. Применяют местные укрытия пылящего оборудования с отсосом воздуха из-под укрытия. Герметизация и укрытие оборудования сплошными пыленепроницаемыми кожухами с эффективной аспирацией являются эффективным средством предупреждения запыленности воздуха рабочей зоны. Местная вытяжная вентиляция (кожухи, боковые отсосы) применяется в тех случаях, когда по технологическим условиям невозможно увлажнение перерабатываемых материалов. Пыль удаляется непосредственно от мест пылеобразования. Запыленный воздух перед выбросом в атмосферу должен очищаться.

Для пылеподавления при дроблении материалов применяется гидроорошение с помощью форсунок тонкого распыления воды.

Для борьбы с вторичным пылеобразованием применяется вакуумная уборка помещений, сдувание пыли с помощью сжатого воздуха и сухая уборка помещений не допускается.

Индивидуальные средства защиты необходимо применять в случаях, когда проведение мероприятий по сокращению пылевыделения не приводят к снижению концентрации пыли в воздухе рабочей зоне до допустимых пределов. К индивидуальным средствам защиты относятся противопылевые респираторы, защитные очки, специальная противопылевая спецодежда. Выбор средства защиты органов дыхания производится в зависимости от вида вредных веществ, их концентрации.

Органы дыхания защищают фильтрующими и изолирующими приборами. Наиболее широко применяют респиратор типа «Лепесток». В случае контакта с порошкообразными материалами, неблагоприятно воздействующими на кожу, используются защитные пасты и мази. Для защиты глаз применяют закрытые и открытые очки. Очки закрытого типа с прочными безосколочными стеклами используют при механической обработке металлов

(обрубка, ручная клепка). При процессах, сопровождающихся образованием мелких и твердых частиц и пыли, брызг металла, рекомендуются очки закрытого типа или маски с экраном.

В качестве спецодежды применяют пылезащитные комбинезоны со шлемами для выполнения работ, связанных с большим образованием нетоксичной пыли. Для горняков, занятых на открытых горных работах, для рабочих карьеров в холодный период года выдается спецодежда и обувь с хорошими теплозащитными свойствами.

Лечебно-профилактические мероприятия осуществляются с целью медицинского контроля за состоянием здоровья работающих. Основная задача периодических осмотров заключается в своевременном выявлении ранних стадий развития пневмокониоза.

Показателями эффективности противопылевых мероприятий является уменьшение запыленности воздуха рабочей зоны и снижение уровня профессиональной заболеваемости органов дыхания работников.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «вредный производственный фактор», «опасный производственный фактор».
2. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы по своему действию?
3. Дайте определение понятию «вредные вещества».
4. Классификация вредных веществ по степени опасности.
5. Что понимается под токсическим действием вредных веществ?
6. Что называется пылью?
7. Что такое предельно допустимая концентрация пыли в атмосфере (ПДК) и каким образом она устанавливается?
8. Какие мероприятия предусматриваются для защиты от пыли на предприятиях?

5. Вибрация и акустические колебания

Шум, вибрация, инфразвук и ультразвук по своей физической природе являются упругими колебаниями твердых тел, газов и жидкостей.

5.1. Вибрация

Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле.

Воздействие вибрации на человека классифицируется:

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

В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на:

- общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- локальную, передающуюся через руки или участки тела человека, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов.

Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной.

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

По временной характеристике различают:

- постоянную вибрацию, для которой контролируемый параметр, например, виброскорость за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ);
- непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

Параметры, характеризующие вибрацию:

- 1) частота f ;
- 2) амплитуда смещения X_m ;
- 3) виброскорость V_m ;

4) виброускорение a_m .

Частота вибрации, выраженная в количестве циклов в секунду (Гц), влияет на степень передачи вибрации телу человека, а также на последствия воздействия вибрации на организм.

Частота (f) связана с периодом колебаний (T) соотношением

$$f = 1/T.$$

Амплитуда смещения (X_m), скорость (V_m) и ускорение (a_m) связаны соотношением

$$a_m = \omega^2 X_m = \omega V_m,$$

где ω – угловая скорость:

$$\omega = 2 \pi f.$$

По частотному составу выделяют вибрации:

1) локальная вибрация – низкочастотная 8...16 Гц, среднечастотная 31,5...63 Гц, высокочастотная 125, 250, 500, 1000 Гц;

2) общая вибрация – низкочастотная 1...4 Гц, среднечастотная 8...16 Гц, высокочастотная 31,5...63 Гц.

Вибрация может характеризоваться одной или несколькими частотами (дискретный спектр) или широким набором частот (непрерывный спектр). Спектр частот разбивается на частотные полосы (октавные диапазоны).

В октавном диапазоне верхняя граничная частота f_v вдвое больше нижней граничной частоты f_n :

$$f_v / f_n = 2.$$

Октавная полоса характеризуется среднегеометрической частотой $f_{сг} = \sqrt{f_v f_n}$.

Стандартные среднегеометрические частоты составляют: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Человек в состоянии ощущать вибрацию в диапазоне от долей герца до 8000 Гц. Порогом восприятия виброскорости принято считать 10^{-4} см/с, а порогом болевого ощущения – 1 м/с.

Так как органы человека реагируют не на абсолютное изменение интенсивности раздражителя, а на его относительное изменение (закон Вебера–Фехнера), введены логарифмические величины – уровни виброскорости и виброускорения, измеряемые в децибелах (дБ):

$$L_V = 10 \lg \left(\frac{V^2}{V_0^2} \right) = 20 \lg \left(\frac{V}{V_0} \right), \quad L_a = 20 \lg \left(\frac{a}{a_0} \right).$$

За пороговые значения виброскорости и виброускорения приняты стандартизованные величины:

$$V_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}, \quad a_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}^2.$$

Источники вибраций:

1. Локальная вибрация. Источниками локальной вибрации являются ручные пневматические и электрические машины (перфораторы, отбойные молотки, шлифовальные и полировочные машины, рубильно-чеканные и клепальные молотки, гайковерты, ножницы разного типа). Параметры вибрации данных машин изменяются в пределах от 90 до 145 дБ.

2. Общая вибрация. Источники общей вибрации делятся на три категории:

1-я категория – транспортная вибрация (на рабочих местах самоходных машин, тракторов, строительно-дорожных машин, грузовых автомобилей, снегоочистителей, горно-шахтного рельсового транспорта);

2-я категория – транспортно-технологическая вибрация (на рабочих местах экскаваторов, горных комбайнов, погрузочных машин, кранов промышленных и строительных, бетоноукладчиков);

3-я категория – технологическая вибрация (на рабочих местах стационарных машин, кузнечно-прессовых станков, литейных машин, электрических насосных агрегатов, буровых станков).

Вредное воздействие вибрации на организм человека заключается в повреждении различных органов и тканей, влиянии ее на центральную нервную систему, органы слуха и зрения, в повышении утомляемости. Степень распространения колебаний по телу зависит от их частоты, амплитуды, площади участков те-

ла, соприкасающихся с виброобъектом. При низких частотах вибрация распространяется по всему телу с очень малым затуханием, охватывая колебательным движением все тело и голову. При этом, чем больше мышечные усилия, тем больше степень распространения колебаний. Опасность представляет вибрация, частота которой совпадает с частотой человеческого тела и внутренних органов: 6–9 Гц соответствует резонансу тела, 17–25 Гц – резонансу головы. Расстройство зрительных восприятий проявляется в частотном диапазоне между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для органов, расположенных в грудной клетке и брюшной полости, резонансными являются частоты 3–3,5 Гц. Для всего тела в положении сидя резонанс наступает на частотах 4–6 Гц.

При действии на организм общей вибрации в первую очередь страдает опорно-двигательный аппарат, нервная система и такие анализаторы, как вестибулярный, зрительный. У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравмы различных тканей с последующими их изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, биохимических показателей крови.

Вибрационная болезнь (ВБ) от воздействия общей вибрации и толчков регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах железобетонных изделий. Рабочие жалуются на боли в пояснице, конечностях, в области желудка, бессонницу, быструю утомляемость. В целом картина воздействия общей низко- и среднечастотной вибрации выражается общими вегетативными расстройствами с нарушениями опорно-двигательного аппарата (мышц, связок, костей и суставов), а также со снижением сосудистого тонуса и болевой чувствительности.

Локальной вибрации подвергаются главным образом лица, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные тка-

ни, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. В этих случаях рабочие жалуются на ноющие, ломящие, тянущие боли в руках, часто по ночам. Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а колебания высоких частот – спазм сосудов.

У формовщиков, бурильщиков, заточников, рихтовщиков при среднечастотном спектре вибраций заболевание развивается через 8–10 лет работы. При работе с инструментом ударного действия (клепка, обрубка), виброболезнь проявляется через 12–15 лет.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, повышенная влажность, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышает риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций.

Гигиеническое нормирование вибраций осуществляется по ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», и санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданиях». Документы устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости V или виброускорения a и их логарифмические уровни L_V , L_a для локальных вибраций в октавных полосах частот, а для общей вибрации – в октавных или третьоктавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, а также по дозе вибрации с учетом времени воздействия.

5.2. Акустические колебания

Акустические колебания – это волнообразные механические колебания частиц, распространяющиеся в упругих средах – газообразных, жидких и твердых. Акустические колебания в диапазоне 16 Гц...20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называют звуковыми. Акустические колебания с частотой менее 16 Гц называют инфразвуковыми, выше 20 кГц – ультразвуковыми.

Распространяясь в пространстве, звуковые колебания создают акустическое поле. Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Область слышимых звуков ограничена двумя пороговыми кривыми: нижняя – порог слышимости, верхняя – порог болевого ощущения. Самые низкие значения порогов лежат в диапазоне частот 1–5 кГц. Порог слуха молодого человека составляет 0 дБ на частоте 1000 Гц, на частоте 100 Гц порог слухового восприятия значительно выше, так как ухо менее чувствительно к звукам низких частот. Болевым порогом принято считать звук с уровнем 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 100 Вт/м^2 , звуковые ощущения оцениваются по порогу дискомфорта (слабая боль в ухе, ощущение касания, щекотания).

Шум – сочетание различных по частоте и силе звуков. С физиологической точки зрения шумом называется любой нежелательный звук, оказывающий вредное воздействие на организм человека. Шум может быть механический (удары, колебания отдельных деталей и оборудования в целом); аэродинамический (шум газов или воздуха); гидродинамический (шум, возникающий при движении воды или других жидкостей); электромагнитный (возникает при работе силовых трансформаторов).

По спектральному составу, в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответствующем диапазоне частот различают низко-, средне- и высокочастотные шумы, по временным характеристикам – постоянные и непостоянные (колеблющиеся, прерывистые и импульсные), по длительности действия – продолжительные и кратковременные, по спектру – широкополосные и тональные. Исследования в области шума показали, что шум является общебиологическим раздражителем, оказывая влияние

не только на слух, но, в первую очередь, на структуру головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма.

Физические характеристики шума:

- 1) интенсивность звука J , [Вт/м²];
- 2) звуковое давление P , [Па];
- 3) частота f , [Гц].

Интенсивность – количество энергии, переносимое звуковой волной за одну секунду (1 с) через площадь в 1 м², перпендикулярно распространению звуковой волны. Звуковое давление – дополнительное давление воздуха, которое возникает при прохождении через него звуковой волны.

Окружающие нас шумы имеют разный уровень звука: разговорная речь – 50...60 дБА, автосирена – 100 дБА, шум двигателя легкового автомобиля – 80 дБА, громкая музыка – 70 дБА, шум в обычной квартире – 30...40 дБА.

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении работы, сильное влияние оказывает шум на быстроту реакций, сбор информации и аналитические процессы. Из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчики, мостовые краны), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

Степень влияния шума зависит от его интенсивности и продолжительности воздействия, состояния центральной нервной системы, индивидуальной чувствительности организма к акустическому раздражителю. Особенно чувствительны к шуму детский и женский организм. Высокая индивидуальная чувствительность может быть одной из причин повышенной утомляемости и развития неврозов.

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

Шум с уровнем звукового давления до 30–35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40–70 дБ в условиях бытовой среды создаст значительную нагрузку на нервную систему, вызывает ухудшение самочувствия и при длительном действии может стать причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем выше 75 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ – начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи. Помимо снижения слуха при воздействии шума наблюдаются отклонения в состоянии вестибулярной функции и общие изменения в организме человека. Рабочие жалуются на головные боли, головокружение, боли в области сердца, повышение артериального давления, боли в области желудка и желчного пузыря, изменение кислотности желудочного сока. Шум вызывает снижение функций защитных систем и общей устойчивости организма к внешним воздействиям.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83 и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления (УЗД) в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Для ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука, определяемый по шкале А шумомера (дБА) с коррекцией низкочастотной составляющей по закону чувствительности органов слуха и приближением результатов объективных измерений к субъективному восприятию.

Нормируемой характеристикой непостоянного шума является эквивалентный по энергии уровень звука в децибелах по шкале А (дБА). Для тонального или импульсного шума допустимый уровень звука должен быть на 5 дБ меньше нормативных значе-

ний. В производственных условиях нередко возникает опасность комбинированного влияния высокочастотного шума и низкочастотного ультразвука, например, при работе реактивной техники, при плазменных технологиях.

По физической сущности *ультразвук* (УЗ) не отличается от слышимого звука, однако в отличие от шума УЗ характеризуется большими значениями интенсивности (до сотен ватт на квадратный метр). Он обладает значительно более короткими длинами волн, которые легче фокусировать и соответственно получать более узкое и направленное излучение, т. е. сосредотачивать всю энергию УЗ в нужном направлении и концентрировать в небольшом объеме. Частотный диапазон УЗ способствует большему затуханию колебаний из-за перехода энергии УЗ в теплоту.

По частотному спектру ультразвук делится на:

- низкочастотный УЗ, колебания от 11,2 до 100 кГц;
- высокочастотный УЗ, колебания от 100 кГц до 1000 МГц.

По способу распространения ультразвук делится на воздушный и контактный.

Биологический эффект воздействия УЗ на организм зависит от интенсивности, длительности воздействия и размеров поверхности тела, на которую действует УЗ. Длительное систематическое действие УЗ, распространяющегося в воздухе, вызывает функциональные нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов, а также изменения свойств и состава крови, артериального давления. Появляются жалобы на утомление, головные боли.

Контактное воздействие высокочастотного УЗ на руки приводит к нарушению капиллярного кровообращения в кистях рук, снижению болевой чувствительности, изменениям костной структуры с разрежением плотности костной ткани. Профессиональные заболевания зарегистрированы лишь при контактной передаче ультразвука на руки.

Гигиенические нормативы ультразвука определены ГОСТ 12.1.001–89 и СанПиН 2.2.4.582–96. Гигиенической характеристикой воздушного УЗ на рабочих местах являются уровни звукового давления, дБ, в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 12,5 до 100 кГц. На частоте 12,5 кГц УЗД не должны превышать 80 дБ, на частоте 16 кГц – 80 дБ (до-

пустимо по согласованию 90 дБ), 20 кГц – 100 дБ, 25 кГц – 105 дБ, а в диапазоне частот 31,5–100 кГц – 110 дБ.

Характеристикой контактного УЗ является пиковое значение виброскорости или логарифмический уровень виброскорости. Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок не должны превышать 110 дБ. Когда рабочие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука, допустимые уровни контактного УЗ следует принимать на 5 дБ меньше.

Инфразвук – область акустических колебаний с частотой ниже 16–20 Гц. В условиях производства инфразвук (ИЗ), как правило, сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев – с низкочастотной вибрацией.

При воздействии инфразвука на организм с уровнем от 110 до 150 дБ могут возникать неприятные субъективные ощущения и функциональные изменения: нарушения в ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Отмечают жалобы на головные боли, головокружение, осязаемые движения барабанных перепонки, звон в ушах и голове, снижение внимания и работоспособности; может появиться чувство страха, нарушение равновесия, сонливость, затруднение речи. При воздействии ИЗ с уровнем 105 дБ могут проявиться психофизиологические реакции в форме повышения тревожности, эмоциональной неустойчивости и неуверенности в себе. Установлен аддитивный эффект действия инфразвука и низкочастотного шума. Надо отметить, что производственный шум и вибрация оказывают более агрессивное действие, чем инфразвук сопоставимых параметров.

Гигиеническая регламентация инфразвука производится по Санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.583–96, которые задают предельно допустимые уровни звукового давления на рабочих местах, дифференцированные для различных видов работ, а также допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки. Общий уровень звукового давления для работ различной степени тяжести не должен превышать 100 дБ, для работ различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности не более 95 дБ, на территории

жилой застройки – 90 дБ, в помещениях и общественных зданиях – 75 дБ.

5.3. Методы и средства защиты от шума и вибрации

Для защиты от шума в производственных помещениях применяют различные методы: снижение звуковой мощности источника шума: звукопоглощение и звукоизоляция; установка глушителей шума; рациональное размещение оборудования; применение средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективным является борьба с шумом в источнике его возникновения. Шум механизмов возникает вследствие упругих колебаний, как всего механизма, так и отдельных его деталей. Причины возникновения шума – механические, аэродинамические, гидродинамические и электрические явления, определяемые конструктивными и технологическими особенностями оборудования, а также условиями эксплуатации. В связи с этим различают шумы механического, аэродинамического, гидродинамического и электрического происхождения. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей.

Значительное снижение шума достигается при замене подшипников качения на подшипники скольжения (шум снижается на 10–15 дБ), зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами, металлических деталей – деталями из пластмасс.

Снижение шума и вибрации в подшипниковых узлах. Наиболее широкое применение в конструкциях производственного оборудования нашли подшипники качения. Уровни шума и вибрации, генерируемые при работе таких подшипников, зависят от многих факторов (размера, частоты вращения вала, типа тел вращения и др.). При выборе подшипников необходимо учитывать, что уровни шума и вибрации возрастают на 1–2 дБ с увеличением номера, определяющего типоразмер подшипника. Уровень звукового давления от работы роликовых подшипников на 1...3 дБ сильнее исходящего от шариковых подшипников при

прочих равных условиях. Уровень виброускорения в роликовых подшипниках превышает по сравнению с шариковыми на 4–6 дБ. Если класс точности изготовления подшипников увеличивается, то уровни шума и вибрации уменьшаются. Увеличение частоты вращения вала подшипников ведет к увеличению уровня звукового давления.

Значительное влияние на генерацию шума и вибрации оказывает тип и качество смазки. Шум и вибрация в подшипниковых узлах значительно снижаются при применении специальных вкладышей с высоким коэффициентом затухания колебаний (металловолоконистые, резиновые, пластмассовые). Это происходит благодаря компенсации несовершенства геометрии посадочных мест и виброизоляции корпуса оборудования от подшипника. Суммарный эффект при этом достигается ~12–15 дБ.

Значительное влияние на генерируемые уровни шума и вибрации оказывают условия монтажных работ, так различные осевые сдвиги и перекосы установки подшипников в оборудование могут увеличить уровни звукового давления и виброскорости на 13–16 дБ.

Для снижения уровней шума и вибрации с опорными узлами на основе подшипников качения рекомендуются следующие меры:

- выбирать подшипники минимально необходимых размеров;
- применять однорядные шарикоподшипники;
- применять самоустанавливающиеся опоры;
- применять упругие вкладыши из вибродемпфирующих материалов;
- обеспечивать соосность посадочных мест на валу и в корпусе подшипникового узла;
- обеспечить минимальный радиальный зазор между подшипником и корпусом узла;
- обеспечить параметры шероховатости посадочных мест в соответствии с классом точности выбранного подшипника;
- заполнять камеры подшипниковых узлов смазочным материалом (на 50 %).

Снижение шума и вибрации от зубчатых передач. Шум зубчатых передач вызывается колебаниями шестерен и элементов конструкций, сопряженных с ними. Причинами этих колебаний

являются: взаимное соударение зубьев при входе в зацепление, переменная деформация зубьев, вызванная непостоянством сил, приложенных к ним, кинематические погрешности зубчатых колес, переменные силы трения. Спектр шума занимает широкую полосу частот, особенно значителен он в диапазоне 2000–5000 Гц и имеет дискретный характер. С увеличением частоты вращения и нагрузки шум зубчатых передач возрастает. Для уменьшения механического шума следует применять вместо зубчатых шестерен косозубые и шевронные, повышать класс точности обработки и уменьшать шероховатость поверхности шестерен.

Снижение шума и вибрации вращающихся деталей. Одной из причин возникновения вибрации и шума при работе производственного оборудования является неуравновешенность масс вращающихся деталей. При этом в зависимости от взаимного расположения осей инерции и вращения, различают статическую и динамическую неуравновешенность.

Статическая неуравновешенность вызвана разностью масс конструктивных элементов, находящихся на диаметрально противоположных сторонах детали, а также кривизной вала, несоосностью поверхности детали с поверхностью шеек вала. При этом суммарная ось инерции и ось вращения параллельны.

Динамическая неуравновешенность возникает при пересечении суммарной оси инерции с осью вращения не в центре масс детали, т. е. ось инерции и ось вращения не параллельны друг другу. Частота вибрации, вызванной неуравновешенностью масс вращающихся деталей, равна частоте их вращения. Снижение уровней вибрации и сопровождающего ее шума при этом достигается балансировкой вращающихся деталей.

Причиной вибрации (и соответственно шума) может быть также нарушение соосности валов оборудования и привода (например, электродвигателя). Снижение уровней вибрации и шума в этом случае достигается соответствующей центровкой валов.

Снижение шума газодинамических процессов. Основными причинами генерирования шума в газовых потоках являются вихревые процессы (турбулентность), колебания среды под действием рабочих органов оборудования, пульсация давления, а также колебания, вызванные неоднородностью газового про-

странства по его плотности. Снижение уровня звукового давления непосредственно в производственном оборудовании достигается увеличением зазора между деталями, находящимися в газовой струе, и улучшением газодинамических характеристик проточной части оборудования. Значительное снижение шума достигается установкой специальных глушителей на всасывающих и выхлопных линиях компрессоров, вентиляторов и др. Глушители представляют собой цилиндрическое устройство с наполнением из стеклянного или базальтового волокна со средней объемной плотностью $\sim 20 \text{ кг/м}^3$. Снижение уровня звукового давления при этом достигает 70 дБ на средних частотах ($\sim 2000 \text{ Гц}$) и 15–30 дБ на низких и высоких частотах. Принцип действия глушителя шума основан на явлении звукопоглощения.

Снижение вибрации производственного оборудования путем вибропоглощения и виброизоляции:

1. Вибропоглощение. Принцип вибропоглощения заключается в уменьшении амплитуды колебаний аппарата (машины) или отдельных его частей за счет облицовки вибрирующих поверхностей жесткими и мягкими демпфирующими покрытиями. При этом энергия колебательного процесса переходит во внутреннюю энергию облицовки в результате трения между ее отдельными частицами (доменами), которые имеют различную собственную частоту колебаний.

В качестве жестких покрытий используются пластмассы с динамическим модулем упругости 100–1000 МПа, которые наиболее эффективны на низких и средних частотах (1–1000 Гц).

Мягкие покрытия (резина, мягкие пластмассы, мастики) с динамическим модулем упругости $\sim 10 \text{ МПа}$ более эффективны на высоких частотах ($> 1000 \text{ Гц}$).

Толщина вибропоглощающего слоя в обоих случаях составляет 2–3 толщины стенки защищаемого оборудования.

2. Виброизоляция. Принцип виброизоляции заключается в создании упругой связи между источником колебаний (машины и аппараты) и поддерживающей его конструкцией (опора, основание и др.) путем размещения между ними амортизаторов. В качестве амортизаторов используются стальные пружины или упругие прокладки из резины и других подобных материалов.

5.4. Средства коллективной и индивидуальной защиты от шума

Широкое применение получили методы снижения шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин. Физическая сущность звукоизолирующих преград состоит в том, что наибольшая часть звуковой энергии отражается от специально выполненных массивных ограждений из плотных твердых материалов (металла, дерева, пластмасс, бетона) и только незначительная часть проникает через ограждение. Уменьшение шума в звукопоглощающих преградах обусловлено переходом колебательной энергии в тепловую благодаря внутреннему трению в звукопоглощающих материалах. Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы (минеральный войлок, стекловата, поролон).

Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10–15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха, снижают уровень звукового давления на 7–38 дБ в диапазоне частот 125–8000 Гц. Для предохранения от воздействия шума с общим уровнем 120 дБ и выше рекомендуется применять шлемофоны, которые герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30–40 дБ в диапазоне частот 125–8000 Гц.

Контрольные вопросы

1. Что является причиной возникновения вибраций?
2. Какие основные параметры характеризуют вибрацию?
3. В чем заключается вредное воздействие вибраций на человека?

4. Какие методы используются для защиты от вибраций?
5. Дайте определение термину «шум».
6. Какими физическими параметрами характеризуется шум?
7. Какие методы снижения шума применяются на практике?
8. Назовите средства индивидуальной защиты от шума.

6. Микроклимат производственных помещений

Под климатом определенной местности понимается характерный для этой местности многолетний режим погоды, обусловленный солнечной радиацией, и связанной с ней циркуляцией атмосферного воздуха и океанических вод. В естественных условиях температура атмосферного воздуха на поверхности Земли (уровень моря) изменяется от -88 до $+60$ °С; подвижность воздуха – от 0 до 100 м/с; относительная влажность – от 10 до 100 %; атмосферное давление – от 680 до 810 мм рт. ст.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в производственных помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека. Метеорологические условия, или микроклимат, зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции.

Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Ее количество зависит от степени физического напряжения и составляет от 85 Вт (в состоянии покоя) до 500 Вт (при тяжелой работе). Для того чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду. Нарушение теплового баланса может привести к перегреву либо к переохлаждению организма и, как следствие, к потере трудоспособности, быстрой утомляемости, потере сознания и тепловой смерти.

Одним из важных интегральных показателей теплового состояния организма человека является средняя температура тела (внутренних органов) порядка $36,5$ °С. При выполнении работы средней тяжести и тяжелой при высокой температуре окружающего воздуха температура тела может повышаться на $1-2$ °С.

Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, составляет $+43\text{ }^{\circ}\text{C}$, минимальная $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха в природных условиях, на городских улицах, в рабочих и жилых помещениях существенно влияет на состояние организма, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах человек ощущает холод, его «знобит», при высоких температурах человек также ощущает себя не комфортно, ему «жарко». При температурах воздуха более $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ работоспособность человека значительно падает.

6.1. Параметры микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат их внутренней среды, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом, сезоном года и природными явлениями (атмосферные осадки в виде дождя или снега, скорость ветра).

Где бы работа ни выполнялась человеком – в помещении или на открытом воздухе, во всех случаях в рабочей зоне возникает определенный микроклимат, который характеризуется следующими показателями.

Температура воздуха – характеризует тепловое состояние среды (средняя энергия теплового движения молекул воздуха). Измеряется в градусах Цельсия или в градусах Кельвина.

Скорость движения воздуха – усредненная скорость перемещения воздушных потоков под действием различных побуждающих сил. Измеряется в метрах в секунду (м/с).

Для характеристики содержания влаги в воздухе используют следующие параметры.

Максимальная влажность воздуха (M) – упругость водяных паров, максимально возможная при данной температуре воздуха.

Относительная влажность воздуха (R) – это отношение абсолютной влажности воздуха к максимальной. $R = e/M \cdot 100\%$.

Между человеком и окружающей средой происходит постоянный теплообмен. Несмотря на колебания температуры окружающей среды, температура тела человека поддерживается на постоянном уровне за счет процесса терморегуляции: в подмышечной впадине (36,6–39,7) °С, с колебаниями в течение суток в пределах (0,5–0,7) °С.

Основными параметрами, определяющими процесс теплообмена человека с окружающей средой, являются показатели микроклимата. Вместе с изменением параметров микроклимата меняется и тепловое самочувствие человека. Процессы регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека называются **терморегуляцией**.

Терморегуляция организма – физиологический процесс поддержания температуры тела в границах от 36,6 до 37,2 °С. Основной путь поддержания равновесия – теплоотдача.

Терморегуляция позволяет сохранять температуру тела постоянной. Процессы регулирования тепловыделений осуществляются в основном тремя способами: биохимическим путем; путем изменения интенсивности кровообращения и интенсивности потовыделения.

Терморегуляция биохимическим путем заключается в изменении интенсивности происходящих в организме окислительных процессов. Например, мышечная дрожь, возникающая при сильном охлаждении организма, повышает выделение теплоты до 125...200 Дж/с.

Терморегуляция путем изменения интенсивности кровообращения заключается в способности организма регулировать подачу крови (которая является в данном случае теплоносителем) от внутренних органов к поверхности тела путем сужения или расширения кровеносных сосудов. Перенос теплоты с потоком крови имеет большое значение вследствие низких коэффициентов теплопроводности тканей человеческого организма. При высоких температурах окружающей среды кровеносные сосуды кожи расширяются, и к ней от внутренних органов притекает большое количество крови и, следовательно, больше теплоты отдается окружающей среде. При низких температурах происходит обратное явление: сужение кровеносных сосудов кожи, уменьшение притока крови к кожному покрову и, следовательно, меньше теп-

лоты отдается во внешнюю среду. Кровоснабжение при высокой температуре среды может быть в 20...30 раз больше, чем при низкой. В пальцах кровоснабжение может изменяться даже в 600 раз.

Терморегуляция путем изменения интенсивности потовыделения заключается в изменении процесса теплоотдачи за счет испарения. Испарительное охлаждение тела человека имеет большое значение. Исследования показывают, что при температуре окружающей среды 18 °С, относительной влажности 60 %, отсутствии влияния ветрового потока количество теплоты, отдаваемой человеком в окружающую среду при испарении влаги, составляет около 18 % от общей теплоотдачи. При увеличении температуры окружающей среды до +27 °С доля теплоотдачи за счет испарения возрастает до 30 % и при 36,6 °С достигает 100 %.

Терморегуляция организма осуществляется одновременно всеми способами. Так, при понижении температуры воздуха увеличению теплоотдачи за счет увеличения разности температур препятствуют такие процессы, как уменьшение влажности кожи, и, следовательно, уменьшение теплоотдачи путем испарения, снижение температуры кожных покровов за счет уменьшения интенсивности транспортирования крови от внутренних органов.

6.2. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Исследованиями установлено, что при температуре воздуха более 30 °С самочувствие человека ухудшается, а работоспособность начинает падать. При других условиях – понижении температуры и повышении скорости воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма.

Для человека определены максимальные температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек в состоянии дышать в течение нескольких минут без специальных средств защиты, составляет около 116 °С.

Существенное значение имеет равномерность температуры. Вертикальный градиент ее не должен выходить за пределы 5 °С.

Переносимость человеком температуры, как и его теплоощущение, в значительной мере зависит от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пот в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температуре окружающей среды больше 30 °С, при повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу.

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

Величина потовыделения мало зависит от недостатка воды в организме или от ее чрезмерного потребления. Считается допустимым для человека снижение его массы на 2–3 % за счет потовыделения (обезвоживание организма). Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения. Испарение влаги на 15–20 % приводит к смертельному исходу.

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1 %, в том числе 0,4–0,6 NaCl). При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать 8–10 л за смену и до 60 г поваренной соли (всего в организме человека 140 г NaCl). Потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы. При высокой температуре воздуха быстро расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки.

Для восстановления водного баланса людям, работающим в горячих цехах, устанавливаются автоматы с подсоленной (около 5 % NaCl) газированной питьевой водой.

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

Производственные процессы, выполняемые при пониженной температуре, большой скорости и влажности воздуха, могут быть причиной охлаждения и даже переохлаждения организма – *гипотермии*. В начальный период воздействия умеренного холода наблюдается уменьшение частоты дыхания, увеличение объема вдоха. Появление мышечной дрожи, при которой вся выделяемая энергия превращается в теплоту и может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена, позволяет в течение некоторого времени задерживать снижение температуры внутренних органов. При длительном воздействии низких температур может возникнуть обморожение конечностей и отдельных частей тела человека.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». В этих документах для всех производств и всех климатических зон нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Для оценки характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие – *период*

года. Различают теплый и холодный периоды года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, холодный – ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые.

К легким работам (категория I) относятся работы, выполняемые сидя или стоя, не требующие систематического физического напряжения (работа контролеров, в процессах точного приборостроения, конторские работы). Легкие работы подразделяют на категорию Ia (затраты энергии до 139 Вт) и категорию Ib (затраты энергии 140...174 Вт).

К работам средней тяжести (категория II) относят работы с затратой энергии 175...232 Вт (категория IIa) и 233...290 Вт (категория IIб). В категорию IIa входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию IIб – работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10 кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве).

К тяжелым работам (категория III) при энергии более 290 Вт относят работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянным передвижением, с переноской значительных (более 10 кг) тяжестей (в кузнечных, литейных цехах, в цехах с ручными процессами).

По интенсивности тепловыделений производственные помещения делят на группы в зависимости от удельных избытков явной теплоты. Явной называется теплота, воздействующая на изменение температуры воздуха помещения, а избытком явной теплоты – разность между суммарными поступлениями явной теплоты и суммарными теплопотерями помещений. Явная теплота, которая образовалась в пределах помещения, но была удалена из него без передачи теплоты воздуху помещения (например, с газами от дымоходов или с воздухом местных отсосов от оборудования), при расчете избытков теплоты не учитывается. Незначительные избытки явной теплоты – это избытки теплоты, не превышающие или равные $23\text{ Вт на }1\text{ м}^3$ внутреннего объема помещения. Помещения со значительными избытками явной теплоты характеризуются избытками теплоты более 23 Вт/м^3 .

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50 % поверхности человека и более, 70 Вт/м^2 – при облучении 25...50 % поверхности и 100 Вт/м^2 – при облучении не более 25 % поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретого металла, стекла, открытого пламени) не должна превышать 140 Вт/м^2 , при этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательно использование средств индивидуальной защиты.

В рабочей зоне производственного помещения согласно ГОСТ 12.1.005–88, СанПиН 2.2.4.548–96 могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия.

Оптимальные микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – это такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать напряжение реакций терморегуляции и которые не выходят за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не наблюдаются дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие и понижение работоспособности.

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

Контрольные вопросы

1. Какие показатели характеризуют микроклимат?
2. Каким образом осуществляется терморегуляция организма человека?

3. В чем заключается отличие оптимальных условий микроклимата от допустимых?

4. На какие категории по интенсивности труда делятся все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма?

7. Производственное освещение

Одним из условий успешной активной деятельности и зрительной работы человека является создание рационального освещения рабочего места. Обеспечение наиболее благоприятных условий производственной деятельности по освещенности способствует не только успешному выполнению технологических процессов, но и предотвращению производственного травматизма.

Свет – это ключевой элемент нашей способности видеть, оценивать форму, цвет и перспективу предметов, окружающих нас в повседневной жизни. С помощью зрения человек получает большую часть информации (примерно 90 %), поступающей из окружающего мира.

Ощущение света при воздействии на глаза человека вызывают электромагнитные излучения с широким спектром длин волн так называемого оптического диапазона. Область оптических электромагнитных излучений расположена между областью рентгеновских излучений и областью радиоизлучений.

Диапазон длин волн солнечного излучения в оптической области спектра находится в пределах от 0,1 до 13,4 мкм. Оптическая часть спектра включает видимую и невидимую (ультрафиолетовую и инфракрасную) части спектра.

Видимая часть спектра лежит в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм ($1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}$).

Из всего спектра электромагнитных колебаний только видимый спектр излучения воздействует на светочувствительные элементы глаза, вызывая ощущение света. Наибольшая чувствительность глаза наблюдается при колебаниях с длиной волны 555 нм, которая воспринимается как желто-зеленый свет. Чувствительность глаза к желто-зеленому цвету принята за единицу.

Каждый диапазон длин волн вызывает определенное цветовое ощущение. Распределение цветовых полос по частям видимого спектра:

Цвет	Длина волны, нм
Красный	630
Оранжевый	600
Желтый	570
Зеленый	480
Голубой	430
Синий	400
Фиолетовый	380

Ультрафиолетовые излучения возникают при электросварке, электрической дуге, работе кварцевых ламп, лазерных установок. При высокой интенсивности ультрафиолетовые излучения вызывают ожоги кожи, а проникая в глаз и фокусируясь хрусталиком на светочувствительной оболочке глаза (сетчатке), могут вызвать ее ожог, привести к частичной или, в тяжелых случаях, к полной потере зрения.

Защита от ультрафиолетовых излучений осуществляется достаточно просто – их не пропускает ткань обычной одежды и очки с простым стеклом.

Инфракрасные излучения проявляются в основном в их тепловом воздействии на организм человека. Источником инфракрасного излучения являются наружные и внутренние поверхности печей, нагретые и остывающие заготовки, пламя, расплавленный металл, разогретые электроды, сварочные аппараты.

При инфракрасном излучении передача тепла от нагретых тел в производственную среду зависит от температуры поверхности тела и степени ее черноты: темные и шероховатые поверхности излучают теплоты больше, чем гладкие и блестящие. Передача теплоты излучения от температуры воздуха не зависит.

Недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт. Длительное пребывание в условиях зрительного дискомфорта приводит к отвлечению внимания, уменьшению сосредоточенности, зрительному и общему утомлению. Несчастные случаи из-за недостаточной освещенности происходят потому, что

человек не может распознать предмет, оценить степень риска от перемещения транспортных средств, рабочих органов машин и механизмов.

Сложный процесс зрительного различения деталей при различных операциях зависит от расположения поверхности деталей по отношению к глазу, работающего, от световых свойств поверхностей, расположенных в поле зрения работающего, характера трудовых операций, чувствительности зрительного анализатора. Недостаточное освещение на рабочем месте приводит к сильному напряжению глаз работника, быстрой утомляемости, близорукости, снижению качества работы, увеличению брака. Слишком яркое освещение раздражает сетчатку глаза, ослепляет, глаза быстро устают.

Степень усталости глаза зависит от степени напряженности процессов, сопровождающих зрительное восприятие предметов внешнего мира. К таким процессам относятся – аккомодация, конвергенция и адаптация.

Аккомодация – способность глаза приспособливаться к ясному видению предметов, находящихся на различном от него расстоянии, посредством изменения кривизны хрусталика. Наименьшее расстояние, при котором можно видеть предмет без напряжения аккомодации, равно $7500d$ (d – диаметр зрачка) и изменяется от 11,25 до 56,0 м. Чрезмерная усталость мышц, управляющих зрением, приводит к появлению близорукости или дальнозоркости.

Конвергенция – способность глаза при рассматривании близких предметов принимать положение, при котором зрительные лучи пересекаются на фиксируемом предмете. Ближайшая точка конвергенции при нормальном зрении находится на расстоянии 100–110 мм, а наименьшее расстояние, при котором можно вполне четко видеть фокусируемый предмет без напряжения конвергенции, составляет 472–480 мм.

Адаптация – изменение чувствительности глаза в зависимости от воздействия на него раздражителей. Адаптация глаза может резко меняться при изменении уровня освещенности. Процесс адаптации обусловлен изменением диаметра зрачка, поэтому частая переадаптация приводит к утомлению органов зрения.

Для рационального освещения рабочего места необходимо выполнение следующих условий:

- постоянная освещенность рабочей поверхности во времени (напряжение сети может колебаться не более чем на 4 %);
- достаточная и равномерно распределенная яркость освещаемых рабочих поверхностей;
- отсутствие резких контрастов между яркой рабочей поверхностью и окружающим пространством;
- отсутствие резких и глубоких теней на рабочей поверхности, полу, в проходах;
- отсутствие в поле зрения светящихся поверхностей, обладающих сильным блеском.

7.1. Основные светотехнические характеристики

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся:

– *световой поток* Φ – часть электромагнитной энергии, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм);

– *сила света* I – величина пространственной плотности светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла; $I = d\Phi/d\Omega$; измеряется в канделах (кд);

– *освещенность* E – поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, равномерно падающего на освещаемую поверхность dS (м^2), к ее площади: $E = d\Phi/dS$, измеряется в люксах (лк);

– *яркость* L поверхности под углом α к нормали – это отношение силы света dI_α , излучаемой освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади dS проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению: $L = dI_\alpha / (dS \cos \alpha)$, $\text{кд} \cdot \text{м}^{-2}$.

Для качественной оценки условий зрительной работы используют такие показатели, как фон, контраст объекта с фоном,

коэффициент пульсации освещенности, показатель ослепленности, спектральный состав света.

Фон – это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (коэффициент отражения p) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{\text{пад}}$:

$$p = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}.$$

В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах, 0,2...0,95; при $p > 0,4$ фон считается светлым; при $p = 0,2...0,4$ – средним и при $p < 0,2$ – темным.

Контраст объекта с фоном k – степень различения объекта и фона – характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знаки, пятна, трещины, риски или других элементов) и фона:

$$k = \frac{L_{\text{об}} - L_{\text{ф}}}{L_{\text{об}}}.$$

Контраст объекта с фоном k считается большим, если $k > 0,5$ (объект резко выделяется на фоне), средним при $k = 0,2...0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости) и малым при $k < 0,2$ (объект слабо заметен на фоне).

Коэффициент пульсации освещенности K_E – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока:

$$K_E = 100 \frac{(E_{\text{max}} - E_{\text{min}})}{2E_{\text{cp}}}$$

где E_{max} , E_{min} , E_{cp} – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебаний (для газоразрядных

ламп $K_E = 25...65 \%$, для обычных ламп накаливания $K_E \approx 7 \%$, для галогенных ламп накаливания $K_E = 1 \%$).

Показатель ослепленности P_o – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой:

$$P_o = 1000(V_1 / V_2 - 1),$$

где V_1 и V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном:

$$V = k / k_{\text{пор}},$$

где $k_{\text{пор}}$ – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличим на этом фоне.

7.2. Системы и виды производственного освещения

При освещении производственных помещений используют:

– *естественное освещение*, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода, меняющееся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы;

– *искусственное освещение*, создаваемое электрическими источниками света;

– *совмещенное освещение*, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно естественное освещение подразделяют на боковое (одно- и двухстороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через аэрационные и зе-

нитные фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов – общее и комбинированное. Систему общего освещения применяют в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сварочные, гальванические цехи), а также в административных, конторских и складских помещениях. Различают общее равномерное освещение (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест) и общее локализованное освещение (с учетом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ (например, слесарных, токарных, контрольных) в местах, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют местное.

Совокупность местного и общего освещения называют комбинированным освещением. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эвакуационным, эритемным, бактерицидным.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при авариях) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса. Минимальная освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении должна составлять 5 % нормируемой освещенности рабочего освещения, но не менее 2 лк.

Эвакуационное освещение предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения при авариях и отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 чел. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, на открытых территориях – не менее 0,2 лк.

Охранное освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

Сигнальное освещение применяют для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности, либо на безопасный путь эвакуации.

Условно к производственному освещению относят бактерицидное и эритемное облучение помещений. *Бактерицидное облучение* («освещение») создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи с $\lambda = 0,254...0,257$ мкм.

Эритемное облучение создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с $\lambda = 0,297$ мкм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

7.3. Основные требования к производственному освещению

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда.

При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах. Перевод взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность вынуждает глаз

переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения и соответственно к снижению производительности труда. Рекомендуется осуществлять комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует равномерному распределению яркостей в поле зрения работающего.

Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов различения и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам. Тени необходимо смягчать, применяя, например, светильники со светорассеивающими молочными стеклами, при естественном освещении, используя солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки).

Для улучшения видимости объектов, в поле зрения работающего должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. *Блескость* – это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т. е. ухудшение видимости объектов.

Блескость ограничивают уменьшением яркости источника света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников, правильным направлением светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. Там, где это возможно, блестящие поверхности следует заменять матовыми.

Колебания освещенности на рабочем месте, вызванные, например, резким изменением напряжения в сети, обуславливают переадаптацию глаза, приводя к значительному утомлению. Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией плавающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения газоразрядных ламп.

Большое значение имеет спектральный состав светового потока. Это необходимо для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях – для усиления цветовых контрастов. Для создания правильной цветопередачи применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие. Оптимальный спектральный состав обеспечивает естественное освещение.

Осветительные установки должны быть удобны и просты в эксплуатации, долговечны, отвечать требованиям эстетики, электробезопасности, а также не должны быть причиной возникновения взрыва или пожара. Обеспечение указанных требований достигается применением защитного зануления или заземления, ограничением напряжения питания переносных и местных светильников, защитой элементов осветительных сетей от механических повреждений.

7.4. Нормирование производственного освещения

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23–05–95 «Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение», в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения (например, при работе с приборами – толщиной линии градуировки шкалы, при чертежных работах – толщиной самой тонкой линии). В зависимости от размера объекта различения все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на восемь разрядов, которые в свою очередь в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на четыре подразряда.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью E_{\min}) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности K_E). Принято раздельное нормирование искусственного освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения.

Нормативное значение освещенности для газоразрядных ламп при прочих равных условиях из-за их большей светоотдачи выше, чем для ламп накаливания. При комбинированном освещении доля общего освещения должна быть не менее 10 % нормируемой освещенности. Эта величина должна быть не менее 150 лк для газоразрядных ламп и 50 лк для ламп накаливания.

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатель ослепленности не должен превышать 20...80 единиц в зависимости от

продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10...20 % в зависимости от характера выполняемой работы.

При определении нормы освещенности следует учитывать также ряд условий, вызывающих необходимость повышения уровня освещенности, выбранного по характеристике зрительной работы. Увеличение освещенности следует предусматривать, например, при повышенной опасности травматизма или при выполнении напряженной зрительной работы I...IV разрядов в течение всего рабочего дня. В некоторых случаях следует снижать норму освещенности, например, при кратковременном пребывании людей в помещении.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеорологических условий. Поэтому в качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности КЕО, не зависящий от вышеуказанных параметров. КЕО – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения $E_{вн}$ к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{н}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$КЕО = 100E_{вн} / E_{н}.$$

Принято раздельное нормирование КЕО для бокового и верхнего естественного освещения. При боковом освещении нормируют минимальное значение КЕО в пределах рабочей зоны, которое должно быть обеспечено в точках, наиболее удаленных от окна; в помещениях с верхним и комбинированным освещением – по усредненному КЕО в пределах рабочей зоны. Нормированное значение КЕО с учетом характеристики зрительной работы, системы освещения, района расположения зданий на территории страны

$$E_{н} = КЕО \text{ тс},$$

где КЕО – коэффициент естественной освещенности; определяется по СНиП 23–05–95; m – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории страны; c – коэффициент солнечности климата, определяемый в зависимости от ориентации здания относительно сторон света; коэффициенты m и c определяют по таблицам СНиП 23–05–95.

Совмещенное освещение допускается для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы I и II разрядов; для производственных помещений, строящихся в северной климатической зоне страны; для помещений, в которых по условиям технологии требуется выдерживать стабильными параметры воздушной среды (участки прецизионных металлообрабатывающих станков, электропрецизионного оборудования). При этом общее искусственное освещение помещений должно обеспечиваться газоразрядными лампами, а нормы освещенности повышаются на одну ступень.

7.5. Расчет производственного освещения

Основной задачей светотехнических расчетов является: для естественного освещения определение необходимой площади световых проемов; для искусственного – требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещенности.

При естественном боковом освещении требуемая площадь световых проемов $S_{\text{б}}$ (м^2):

$$S_{\text{б}} = \frac{S_{\text{п}} E_{\text{н}} S_{\text{ок}} K_{\text{зд}} K_{\text{з}}}{100\rho\tau_{\text{общ}}},$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь пола помещений, м^2 ; $S_{\text{ок}}$ – коэффициент световой активности оконного проема; $K_{\text{зд}}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями; $K_{\text{з}}$ – коэффициент запаса – определяется с учетом запыленности помещения, расположения стекол (наклонно, горизонтально, вертикально) и периодичности очистки; ρ – коэффициент, учитывающий влияние

отраженного света; определяется с учетом геометрических размеров помещения, светопроема и значений коэффициентов отражения стен, потолка, пола; $\tau_{\text{общ}}$ – общий коэффициент светопропускания; определяется в зависимости от коэффициента светопропускания стекол, потерь света в переплетах окон, слоя его загрязнения, наличия несущих и солнцезащитных конструкций перед окнами.

При выбранных светопроемах действительные значения коэффициента естественного освещения для различных точек помещения рассчитывают с использованием графоаналитического метода Данилюка по СНиП 23–05–95.

При проектировании искусственного освещения необходимо выбрать тип источника света, систему освещения, вид светильника; наметить целесообразную высоту установки светильников и размещения их в помещении; определить число светильников и мощность ламп, необходимых для создания нормируемой освещенности на рабочем месте, и в заключение проверить намеченный вариант освещения на соответствие его нормативным требованиям.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Световой поток (лм) одной лампы или группы люминисцентных ламп одного светильника $\Phi_{\text{к}}$:

$$\Phi_{\text{к}} = \frac{E_{\text{н}} S z K_3}{n \eta_{\text{и}}},$$

где $E_{\text{н}}$ – нормируемая минимальная освещенность по СНиП 23–05–95, лк; S – площадь освещаемого помещения, м²; z – коэффициент неравномерности освещения, обычно $z = 1,1–1,2$; K_3 – коэффициент запаса, зависящий от вида технологического процесса и типа применяемых источников света, обычно $K_3 = 1,3–1,8$; n – число светильников в помещении; $\eta_{\text{и}}$ – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока определяют по СНиП 23–05–95 в зависимости от типа светильника, отража-

тельной способности стен и потолка, размеров помещения, определяемых индексом помещения:

$$I = \frac{AB}{H(A+B)},$$

где A , B – длина и ширина помещения в плане, м; H – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

По полученному в результате расчета световому потоку по ГОСТ 2239–79* и ГОСТ 6825–91 выбирают ближайшую стандартную лампу и определяют необходимую электрическую мощность. При выборе лампы допускается отклонение светового потока от расчетного в пределах 10...20 %.

Для поверочного расчета местного освещения, а также для расчета освещенности конкретной точки наклонной поверхности при общем локализованном освещении применяют точечный метод. В основу точечного метода положено уравнение

$$E_A = I_\alpha \cos \alpha / r^2,$$

где E_A – освещенность горизонтальной поверхности в расчетной точке A , лк; I_α – сила света в направлении от источника к расчетной точке A , определяется по кривой распределения светового потока выбираемого светильника и источника света; α – угол между нормалью к поверхности, которой принадлежит точка, и направлением вектора силы света в точку A ; r – расстояние от светильника до точки A , м.

Учитывая, что $r = H/\cos\alpha$ и вводя коэффициент запаса K_3 получим

$$E_A = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{H K_3}.$$

Критерием правильности расчета служит неравенство $E_A \geq E_H$. Расчетное значение E_A должно быть не меньше нормируемой минимальной освещенности E_H .

7.6. Цветовое оформление производственных помещений

Рациональное цветовое оформление производственного интерьера создает благоприятную обстановку жизнедеятельности, способствует повышению работоспособности и производительности труда. И здесь большую роль играет окраска помещения и оборудования. По вызываемому ощущению все цвета подразделяются на теплые – красный, оранжевый, желтый, желто-зеленый и их оттенки, и холодные – зеленый, синий, фиолетовый и их оттенки.

Правильно подобранное цветовое оформление рабочих мест, инструментов улучшает настроение, создает оптимальные условия для зрительной работы. Цвет воздействует на остроту зрения, которая максимальна в желтой зоне спектра. Психологическое воздействие цветов на человека приводит к различным ощущениям: голубой цвет вызывает ощущение прохлады; неяркие желтые тона дают ощущение тепла; синий, голубой, зеленый – успокаивают, снимают усталость зрения; красный, оранжевый возбуждают нервную систему, приводят к кажущемуся усилению шума.

При окраске потолков и стен нужно избегать темных тонов, т. к. они вызывают резкий контраст между цветом стен, ярко освещенным рабочим местом и светло окрашенным оборудованием. Темные тона поглощают много света, приводят к утомлению зрения. Созданы таблицы цветовых тонов, по которым можно выбрать цветовую гамму окраски интерьеров и оборудования, в зависимости от характера производства и тех операций, которые приходится выполнять человеку. Так, для монотонной работы с постоянным напряжением рекомендованы зеленые, синезеленые и светло-зеленые тона. Если выполняемая работа требует напряженной умственной деятельности, то предпочтительнее использовать оттенки теплых тонов – желтые, бежевые. Цвет используют и для предупреждения человека о грозящей опасности. В красный цвет окрашивают аварийные кнопки «Стоп», в оранжевый цвет окрашивают движущиеся части машин.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные светотехнические характеристики.
2. На какие виды по функциональному назначению разделяется искусственное освещение?
3. Какими нормами регламентируется естественное и искусственное освещение производственных помещений?
4. На какие разряды делятся все виды работ, связанные со зрительным напряжением, в зависимости от наименьшего размера объекта различения?
5. Естественное освещение: виды, нормативные параметры.
6. Искусственное освещение: виды, нормативные параметры.

8. Электрический ток

Электроэнергия широко применяется в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и в быту. Механизация и автоматизация производственных процессов не возможна без использования электрического тока в качестве привода для оборудования, установок и машин. Электричество, являясь основой технического и технологического развития производства, в определенных ситуациях становится опасным фактором для человека. Для снижения электротравматизма большое внимание должно уделяться вопросам электробезопасности.

Электробезопасность – система организационных, инженерно-технических, правовых мероприятий, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля, статического и атмосферного электричества.

В общем количестве производственных травм электротравмы составляют в среднем 11 %, однако по числу травм с тяжелым и летальным исходом занимает одно из первых мест (20...40 %). Наибольшее число электротравм (60...70 %) происходит при работе на электроустановках напряжением до 1000 В. Значительная часть пострадавших переходит на инвалидность. Последствия тяжелых электротравм вызывают развитие диабета, заболевания щитовидной железы, сердечно-сосудистой системы, приводят к хроническим заболеваниям.

8.1. Действие электрического тока на организм человека

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, или к корпусу электроустановки при пробое изоляции. Возможно поражение электрическим током за счет шагового напряжения при растекании тока на землю, электрической дугой в установках с напряжением более 1000 В. Опасность поражения электрическим током заключается в том, что человек не может обнаружить признаки присутствия электрического напряжения с помощью органов чувств.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое воздействие.

Термическое воздействие обусловлено нагревом кожи до появления ожогов, вплоть до обугливания тканей, а также нагревом жизненно важных органов до высоких температур. Под действием высоких температур в органах, имеющих низкую теплоотдачу (печень, почки, головной мозг), происходят необратимые явления, нарушающие их функциональное назначение.

Электролитическое действие выражается в разложении различных жидкостей организма (крови, лимфы) на ионы и нарушении их физико-химического состава и свойств, в изменении движения ионов солей, что приводит к коагуляции белков, некрозу тканей.

Биологическое действие тока проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц грудной клетки и сердечной мышцы. Результатом описанных процессов могут быть паралич мышц грудной клетки с остановкой дыхания и фибрилляция (вплоть до полной остановки) сердца. Наиболее частым явлением в производственных условиях является произвольное удерживание пострадавшим руками проводника с переменным электрическим током промышленной частоты, если, например, величина тока протекающего через человека превышает 10 мА. При этом человек самостоятельно отделиться от этого проводника не может.

Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови.

Различают два вида поражения организма электрическим током: электрические травмы и электрические удары.

Электрические травмы – это местные поражения тканей и органов. К ним относятся электрические ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, электроофтальмия, механические повреждения.

Электрический ожог – самая распространенная электротравма (~60...65 % пострадавших). Ожоги бывают двух видов: токовый (или контактный) и дуговой.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека в результате контакта с токоведущей частью электрооборудования и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Поскольку кожный покров человека обладает во много раз большим сопротивлением, чем другие ткани тела, то в нем выделяется большая часть теплоты. Различают четыре степени ожогов: I – покраснение кожи; II – образование пузырей, наполненных лимфой; III – омертвление всей толщи кожного покрова; IV – обугливание тканей. Тяжесть поражения человека обуславливается как степенью ожога, так и площадью обожженной поверхности тела. Токовые ожоги возникают при действующих напряжениях 1...2 кВ и чаще всего являются ожогами I и II степени; иногда бывают и более тяжелые случаи.

Дуговой ожог возникает при более высоких действующих напряжениях (> 2 кВ), когда между токоведущей частью электрооборудования и телом человека образуется электрическая дуга (температура дуги выше 3500 °С). Дуговые ожоги, как правило, тяжелые – III или IV степени.

Электрические знаки – четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожного покрова человека, подвергнувшейся воздействию тока. Электрические знаки бывают в виде царапин, ран, порезов, ушибов, кровоизлияний в кожный покров, мозолистых образований, бородавок. Иногда форма знака соответствует форме токоведущей части, к которой прикоснулся пострадавший, а также может напоминать фигуру молнии. Пора-

женный участок кожи затвердевает подобно мозоли и впоследствии отмирает. В большинстве случаев электрические знаки безболезненны и их лечение заканчивается благополучно, с течением времени верхний слой кожи сходит и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность. Электрические знаки возникают довольно часто, примерно у каждого пятого пострадавшего от действия электрического тока.

Электрометаллизация кожного покрова – проникновение в его верхние слои (на глубину в доли миллиметра) мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключении рубильников под нагрузкой. В месте поражения кожный покров становится шероховатым и жестким, пострадавший в месте поражения испытывает напряжение кожного покрова от присутствия в нем инородного тела и боль от ожога за счет теплоты занесенного в кожу металла. С течением времени пораженный участок отторгается и приобретает нормальный вид, болезненность исчезает, электрометаллизация кожи наблюдается у 10 % пострадавших.

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаза, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. Такое облучение возможно при действии электрической дуги, возникшей при коротком замыкании, которая является мощным источником ультрафиолетового и инфракрасного электромагнитных излучений.

Механические повреждения – возникают в результате резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожного покрова, кровеносных сосудов нервных волокон, а также вывихи суставов и переломы костей. К этому виду травм следует также отнести ушибы, переломы, вызванные падением человека с высоты, ударами о предметы в результате непроизвольных движений или потери сознания при воздействии электрического тока. Механические повреждения являются серьезными травмами, требующими длительного лечения.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма, проходящим через него электрическим то-

ком, сопровождающееся непроизвольным сокращением мышц. Различают четыре степени электрических ударов:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работы сердца;

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

IV – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Причинами смерти в результате поражения электрическим током могут быть: прекращение работы сердца, прекращения дыхания и электрический шок.

Прекращение работы сердца, как следствие воздействия электрического тока на мышцу сердца, наиболее опасны. Это воздействие может быть прямым, когда ток протекает через область сердца, или рефлекторным, когда ток проходит через центральную нервную систему. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить его фибрилляция (беспорядочное сокращение мышечных волокон сердца – фибрилл), что приводит к прекращению кровообращения.

Прекращение дыхания может быть вызвано прямым или рефлекторным воздействием электрического тока на мышцы грудной клетки, участвующим в процессе дыхания. При длительном воздействии тока наступает, так называемая асфиксия (удушье) – болезненное состояние в результате недостатка кислорода и избытка CO_2 в организме. При асфиксии последовательно утрачивается сознание, чувствительность, рефлексы, затем прекращается дыхание и в конечном итоге останавливается сердце – наступает клиническая смерть.

Электрический шок – тяжелая своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ. Шоковое состояние длится от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить полное выздоровление как результат своевременного медицинского вмешательства, или гибель организма из-за полного угасания его жизненно важных функций.

Клиническая смерть – переходный период от жизни к смерти (летальный исход), наступающий с момента прекращения деятельности сердца и легких. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, отсутствуют все признаки жизни: он не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период жизнь в организме не прекращается, ибо ткани его умирают не сразу и не сразу прекращаются функции различных органов. При этом почти во всех тканях организма протекают обменные процессы, хотя и на очень низком уровне, но достаточные для поддержания минимальной жизнедеятельности. Это обстоятельство может быть использовано для возвращения человека к жизни, если воздействовать на более стойкие жизненные функции.

При клинической смерти первыми начинают погибать очень чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление. Поэтому на длительность клинической смерти большое влияние оказывает временной интервал «момент прекращения сердечной деятельности и дыхания – начало гибели клеток коры головного мозга», который в большинстве случаев составляет 4...5 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины (например, от воздействия электрического тока) – 7...8 мин. Если клиническая смерть наступила от тяжелой и продолжительной болезни, когда организм исчерпал значительную часть сил, клиническая смерть может длиться всего несколько секунд.

Биологическая смерть (летальный исход) – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур; она наступает по истечении периода клинической смерти.

8.2. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- электрического сопротивления тела человека;

- величины действующего на человека напряжения и силы тока;
- продолжительности воздействия электрического тока;
- рода и частоты электрического тока;
- схемы включения человека в электрическую цепь;
- условия внешней среды и факторы трудового процесса.

Электрическое сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей. Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожный покров, поэтому сопротивление тела человека определяется главным образом состоянием кожного покрова. При сухой, чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека составляет 200...20000 Ом. При увлажненной и загрязненной коже сопротивление тела снижается до 300...500 Ом. При расчетах сопротивление тела человека при действии переменного тока промышленной частоты (50 Гц) принимается равным 1000 Ом. В действительных условиях сопротивление тела человека не является постоянной величиной. Оно зависит от ряда факторов, в том числе: от состояния кожного покрова и окружающей среды; параметров электрической цепи. Повреждение рогового слоя кожного покрова (порезы, царапины, ссадины и т. п.) снижают сопротивление тела до 500...700 Ом, что увеличивает опасность поражения электрическим током. Такое же влияние оказывают: увлажнение кожного покрова (потом); загрязнение вредными веществами (пыль, окалина).

На сопротивление тела человека оказывает влияние площадь контакта с источником тока, чем она больше, тем меньше сопротивление. До десятков и даже до единиц ом может уменьшаться сопротивление кожного покрова в местах расположения акупунктурных точек на теле человека.

Величина электрического тока и напряжения. Сила тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше сила тока, тем опаснее последствия. В практике электротравматизма принято выделять следующие пороги действия электрического тока:

- *пороговый электрический ток* – величина тока, вызывающая в организме человека едва ощутимые раздражения (небольшое повышение температуры в зоне контакта с источником элек-

троэнергии, дрожание пальцев рук). Эти ощущения вызывает сила тока 0,5–1,5 мА для переменного тока частотой 50 Гц; 5–7 мА для постоянного тока;

– *неотпускающий ток* – величина электрического тока, вызывающая сильные и непроизвольные судорожные сокращения мышц рук, в которых зажат проводник. Величина неотпускающего тока при времени действия 1–3 секунды составляет 10–15 мА для переменного и 50–60 мА для постоянного тока. При такой силе тока человек уже не может самостоятельно разжать руки, в которых зажаты токоведущие части электрооборудования;

– *фибрилляционный (смертельный) ток* – величина электрического тока, вызывающая фибрилляцию сердца (разновременное и разрозненное сокращение отдельных волокон сердечной мышцы, неспособное поддерживать ее самостоятельную работу). При длительности действия 1–3 секунды по пути рука–рука, рука–ноги величина этого тока составляет ~100 мА для переменного и ~500 мА для постоянного тока. В то же время сила тока величиной 5 А и более вызывает фибрилляцию сердечной мышцы не вызывает – происходит мгновенная остановка сердца и паралич мышц грудной клетки.

Сила пороговых токов считается длительно безопасной величиной для человека.

Безопасных напряжений среди тех величин, которые используются в практической деятельности человека, не существует, поскольку сила тока при любом малом из указанных напряжений может превысить силу пороговых токов при аномально малых сопротивлениях тела человека. Например, контакт полюсов гальванического элемента ($U = 15 \text{ В}$) с акупунктурными точками человека ($R \sim 10 \text{ Ом}$) может вызвать протекание постоянного электрического тока между ними силой 1,5 А, что даже при кратковременном действии превышает смертельную величину в 3 раза.

Продолжительность воздействия электрического тока.
С повышением времени протекания тока через тело человека повышается вероятность прохождения его через сердце в момент наиболее уязвимой для всего кардиоцикла фазы T (окончание сокращения желудочков и перехода их в расслабленное состояние ~0,2 с). Кроме того, с увеличением времени протекания электри-

ческого тока через человека усугубляются все негативные явления, как местного, так и общего действия.

Род тока и частота переменного электрического тока.
Постоянный ток примерно в 4...5 раз безопаснее переменного промышленной частоты (50 Гц). Объяснить этот факт можно сложной структурой сопротивления тела человека. Сопротивление человеческого тела включает в себя активную (омическую) и емкостную составляющие, причем последняя возникает при включении человека в электрическую цепь. Наличие емкостной составляющей обусловлено тем, что между электродом, касающимся тела человека (корпус электрооборудования, провода электросети), и землей (пол, площадка для обслуживания оборудования), на которой стоит человек, расположен роговой слой кожного покрова – практически диэлектрик, что образует конденсаторную систему (электрическую емкость). Если через человека протекает постоянный ток, то он воздействует только на активную составляющую общего сопротивления (R_a). При переменном токе в теле человека возникает емкостное сопротивление (R_c), а общее сопротивление человека составляет (R_a и R_c), что, при прочих равных условиях, приводит к большему отрицательному воздействию на организм.

С повышением частоты переменного тока (относительно 50 Гц) его общее негативное действие снижается, сравниваясь на частоте ~1000 Гц с действием постоянного тока. Наиболее опасен переменный ток частотой 20...1000 Гц.

Схема включения человека в электрическую цепь играет существенную роль в исходе поражения, т. к. электрический ток может пройти через жизненно важные органы: сердце, легкие, головной мозг. Влияние пути тока на исход поражения определяется также величиной сопротивления кожного покрова человека на различных участках его тела. Количество возможных путей тока через тело человека, называемых петлями тока, достаточно много. Чаще всего ток протекает по петлям: рука–рука; рука–ноги; нога–нога; голова–руки; голова–ноги. Наиболее опасными являются петли: голова–руки и голова–ноги, но они возникают относительно редко.

Условия внешней среды и факторы трудового процесса оказывают существенное влияние на величину сопротивления

кожного покрова и в целом тела человека. Так, например, повышенная температура (~ 30 °С и выше) и относительная влажность воздуха (~ 70 % и выше) способствуют повышенному потоотделению, а, следовательно, резкому уменьшению активного сопротивления тела человека. Интенсивная физическая работа приводит к аналогичному результату.

8.3. Условия поражения человека электрическим током в трехфазных сетях переменного тока

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через его тело, т. е. при прикосновении не менее чем к двум точкам электрической цепи, между которыми существует разность потенциалов (напряжение). Напряжение между двумя точками цепи тока, к которым одновременно прикасается человек, называется напряжением прикосновения.

Опасность такого прикосновения определяется силой тока, проходящего через тело человека, которая зависит от следующих факторов:

- схемы замыкания цепи тока через тело человека;
- напряжения электрической сети;
- схемы сети, режима работы ее нейтрали (заземлена или изолирована);
- сопротивления изоляции токоведущих частей относительно земли;
- величины емкости токоведущих частей относительно земли.

8.3.1. Характеристика основных систем, использующихся в производственных условиях

Наибольшее распространение на производстве получили системы, в которых в качестве источника энергопитания используются трехфазные электрические сети переменного тока (далее электросети) с изолированной или заземленной нейтралью.

Система – трехфазная электрическая сеть переменного тока. *Электроустановка* – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и по-

мещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии.

В соответствии с требованиями, изложенными в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ), для таких систем напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

– система IT – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены;

– система TN – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

– система TN-C – система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении;

– система TN-S – система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении;

– система TN-C-S – система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания;

– система TT – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при заземленной нейтрали источника.

Первая буква условного обозначения системы характеризует состояние нейтрали источника питания относительно земли:

T – заземленная нейтраль;

I – изолированная нейтраль.

Вторая буква условного обозначения системы характеризует состояние открытых проводящих частей относительно земли:

T – открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

N – открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (только после N) буквы характеризуют совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

S – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;

C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник).

Условные обозначения на схемах:

N – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

PE – защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

PEN – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

8.3.2. Основные схемы включения человека в электрическую цепь

Трехфазная трехпроводная электрическая сеть переменного тока с изолированной нейтралью (в системе IT)
Двухфазное прикосновение к токоведущим частям.

Сила тока (I_h , А), протекающего через человека, определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_{\text{л}}}{R_h} = \frac{\sqrt{3}U_{\text{ф}}}{R_h},$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, В; R_h – сопротивление человека, Ом.

Например, в электросети с линейным напряжением 380 В ($U_{\text{ф}} = 220$ В) при сопротивлении тела человека 1000 Ом сила тока, протекающего через человека, составляет

$$R_h = \sqrt{3} \cdot 220 / 1000 = 1,73 \cdot 220 / 1000 = 0,38 \text{ А.}$$

При двухфазном прикосновении ток, проходящий через человека, практически не зависит от режима работы нейтрали.

Опасность прикосновения не уменьшится и в том случае, если человек будет надежно изолирован от земли.

Однофазное прикосновение происходит во много раз чаще, чем двухфазное, но оно менее опасно, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного, т. е. меньше линейного в 1,73 раза и, кроме того, ток, протекающий через человека, возвращается к источнику (электросети) через изоляцию проводов, которая в исправном состоянии обладает большим сопротивлением.

Сила тока (I_h , А), протекающего через человека, для этого случая определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_{\text{п}} + \frac{Z}{3}},$$

где $R_{\text{п}}$ – переходное сопротивление, Ом (сопротивление пола, на котором стоит человек, и обуви); Z – сопротивление изоляции фазного провода относительно земли, Ом (активная и емкостная составляющие).

В наиболее неблагоприятной ситуации, когда человек имеет токопроводящую обувь и стоит на токопроводящем полу ($R_{\text{п}} \sim 0$), сила тока, протекающего через тело, при $U_\phi = 220$ В, $R_h = 1$ кОм, $Z = 90$ кОм, составит $I_h = 220 / (1000 + (90000/3)) = 0,007$ А (7 мА).

Трехфазная четырехпроводная электрическая сеть переменного тока с заземленной нейтралью (в системе TN)

Однофазное прикосновение к токоведущим частям.

В четырехпроводной электрической сети переменного тока с глухозаземленной нейтралью (система TN) ток, проходящий через человека, возвращается к источнику (электросети) не через изоляцию проводов, как в предыдущем случае, а через сопротивление заземления нейтрали (R_0) источника тока. Сила тока, проходящего через тело человека, определяется при этом по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_{\Pi} + R_0},$$

где R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль источника тока, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В. Это сопротивление должно быть обеспечено с учетом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений PEN- или PE-проводника воздушных линий электропередач (ВЛ) напряжением до 1 кВ. Сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали источника тока, должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же линейных напряжениях 660, 380 и 220 В.

Пример. В наиболее неблагоприятной ситуации, рассмотренной выше, при $U_\phi = 220$ В, $R_h = 1000$ Ом, $R_{\Pi} \sim 0$ Ом, $R_0 = 30$ Ом, сила тока, протекающего через тело человека, составит

$$I_h = 220/(1000 + 30) = 0,214 \text{ А (214 мА)},$$

что смертельно опасно для человека.

Если обувь не токопроводящая (например, резиновые галоши с сопротивлением 45 кОм) и человек стоит на не токопроводящем полу (например, деревянный пол с сопротивлением 100 кОм), т. е. $R_{\Pi} = 145$ кОм, то сила тока, протекающего через тело человека, составит

$$I_h = 220/1000 + 60 + 145000 = 0,0015 \text{ А (1,5 мА)},$$

что опасности для человека не представляет.

Таким образом, при прочих равных условиях прикосновение человека к одному фазному проводу электросети сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в электросети с заземленной нейтралью.

Рассмотренные выше схемы включения человека в электрическую цепь трехфазного переменного тока справедливы для нормальных (безаварийных) условий работы электрических сетей.

В аварийном режиме работы трехфазной электрической сети переменного тока один из фазных проводов, например, электросети с заземленной нейтралью (в системе TN) может быть замкнут на землю (при срабатывании системы защитного заземления, падении фазного провода на землю и т. п.) через сопротивление R_{3M} .

Сила тока, проходящего через тело человека, касающегося в этой ситуации одного из исправных фазных проводов (L_1, L_3), определяется из уравнения

$$I_h = \frac{U_\phi (R_{3M} + \sqrt{3}R_0)}{R_{3M} + R_0 + R_h (R_{3M} + R_0)},$$

где R_{3M} – сопротивление замыкания фазного провода на землю, Ом.

Если при этом $R_{3M} \sim 0$ или намного меньше и R_0 , и R_h , то им можно пренебречь, тогда сила тока, проходящего через тело человека, будет определяться по формуле

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

т. е. человек будет включаться в электрическую цепь двухфазно, причем вторая фаза подключается к нему через ноги и на величину I_h будет оказывать существенное влияние переходное сопротивление R_{Π} .

При напряжениях до 1000 В в производственных условиях широкое распространение получили обе рассмотренные выше схемы трехфазных электрических сетей переменного тока: трехпроводная с изолированной нейтралью (система IT) и четырехпроводная с заземленной нейтралью (система TN).

Электрическую сеть с изолированной нейтралью целесообразно применять в тех случаях, когда имеется возможность поддерживать высокий уровень сопротивления изоляции фазных проводов и незначительную емкость последних относительно

земли. Такими являются электрические сети малоразветвленные, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором квалифицированного персонала. Так, например, в угольных шахтах используются только электросети с изолированной нейтралью.

Электрическую сеть с заземленной нейтралью следует применять там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию проводов (например, из-за высокой влажности или агрессивной среды), когда нельзя быстро отыскать или устранить повреждение изоляции, либо когда емкостные токи электросети вследствие значительной ее разветвленности достигают больших значений, опасных для человека.

При напряжении выше 1000 В по технологическим причинам электрические сети напряжением до 35 кВ включительно имеют изолированную нейтраль, свыше 35 кВ – заземленную. Поскольку такие электросети имеют большую емкость проводов относительно земли, для человека одинаково опасным является прикосновение к их фазным проводам независимо от режима работы нейтрали энергоисточника. Поэтому режим работы нейтрали электросети напряжением выше 1000 В по условиям безопасности не выбирается.

8.4. Явления при стекании электрического тока в землю. Напряжение шага

Стекание электрического тока в землю происходит только через проводник, находящийся в непосредственном контакте с землей. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным. В последнем случае проводник, находящийся в контакте с землей, называется заземлителем или электродом.

Для упрощения дальнейших рассуждений считаем, что земля во всем своем объеме однородна, т. е. в любой точке обладает одинаковым удельным электрическим сопротивлением (ρ , Ом·м). В этом случае ток будет растекаться во все стороны одинаково по радиусам полушария.

В объеме земли, где проходит ток, возникает так называемое «поле растекания тока», имеющее полусферическую конфигурацию. Теоретически оно простирается до бесконечности. Однако в

реальных условиях уже на расстоянии 20 м от точки замыкания сечение слоя земли, по которому проходит ток, оказывается настолько большим, что плотность тока здесь практически равна нулю. На поверхности земли при этом возникает неравномерное электрическое (для постоянного тока) или электромагнитное (для переменного тока) круговое поле с максимумом потенциала (ϕ , В) в точке замыкания на землю.

Если в этой ситуации человек будет радиально шагать к точке замыкания на землю по ее поверхности, то его ноги при каждом шаге будут оказываться под все большей разностью потенциалов.

Напряжением шага называется напряжение между двумя точками на поверхности земли, расположенными на расстоянии 1 м одна от другой (принимается равным длине шага человека), обусловленное растеканием тока замыкания на землю.

Основной путь тока при этом пролегает через ноги и тазобедренную часть тела. Действие электрического тока в этой ситуации может усугубиться тем, что из-за судорожных сокращений мышц ног, возможно падение человека, после чего цепь тока замыкается на его теле через другие жизненно важные органы (мозг, сердце, легкие и др.). Кроме того, рост человека, который больше ширины шага, обуславливает большую разность потенциалов (напряжение, приложенное к телу) и, следовательно, увеличивает поражающее воздействие электрического тока.

8.5. Основные меры защиты от поражения человека электрическим током

Поражение производственного персонала электрическим током возможно как при прямом прикосновении – электрический контакт людей с токоведущими частями электрооборудования, находящимися под напряжением, так и при косвенном прикосновении – электрический контакт людей с открытыми проводящими частями электрооборудования, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Для предупреждения поражения электрическим током от прямого прикосновения применяются следующие меры защиты:

- основная изоляция токоведущих частей;

- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения (СНН).

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ применяются также устройства защитного отключения (УЗО).

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока – во всех случаях.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции применяются по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных электроустановках защита при косвенном прикосновении производится при более низких напряжениях: 25 В переменного и 60 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью; 12 В переменного и 30 В постоянного тока – в особо опасных помещениях и в наружных электроустановках.

8.5.1. Защита от прямого прикосновения

Основная изоляция токоведущих частей. Основная изоляция токоведущих частей должна иметь сопротивление, обеспечивающее утечки тока через нее, не превышающие безопасных величин (1 мА для переменного тока промышленной частоты). Для изоляции используются материалы, обладающие механической прочностью, устойчивостью к воздействию агрессивных сред, повышенных температур и др. производственных факторов. Широкое распространение на практике получили изоляционные материалы на основе каучука, пластических масс, керамики, стекловолокна и др. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током. Изоляция электроустановок перед вводом их в эксплуатацию подвергается испытанию в соответствии с требованиями ПУЭ. Например, для электроустановок напряжением до 1 кВ сопротивление изоляции должно быть не $< 0,5$ МОм при испытании напряжением 1 кВ.

Ограждения и оболочки. Ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ представляют собой сплошные или сетчатые устройства, предотвращающие несанкционированный доступ к открытым токоведущим частям электроустановок. Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента либо после снятия напряжения с токоведущих частей.

Установка барьеров. Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключают преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть изготовлены из изолирующего материала.

Размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости. Эта мера применяется для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустанов-

ках напряжением выше 1 кВ при невозможности сооружения ограждений, оболочек и барьеров. При этом расстояние между доступными одновременно прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не должно быть частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременно прикосновению. Установка барьеров и размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости допускаются только в помещениях, доступных квалифицированному персоналу.

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН). Для защиты от поражения электрическим током при прямом и/или косвенном прикосновении величина напряжения питания электроустановок должна составлять: не более 25 В переменного и не более 60 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью; и не более 12 В переменного и не более 30 В постоянного тока – в особо опасных помещениях и в наружных электроустановках.

8.5.2. Защита от косвенного прикосновения

Защитное заземление. Защитное заземление представляет собой преднамеренное электрическое соединение с землей нетоковедущих проводящих (электропроводных) частей электрооборудования, которые в результате нарушения изоляции могут оказаться под напряжением. Такой частью электрооборудования, как правило, является его металлический корпус.

Принцип защитного действия защитного заземления можно объяснить следующим образом: при параллельном включении в электрическую цепь «аварийный корпус – заземление» сопротивлений заземляющего устройства и человека ток по ним по закону Кирхгофа для разветвленных электрических цепей распределяется обратно пропорционально величинам сопротивлений, оставаясь практически неизменным в сумме.

Подбор величины сопротивления заземляющего устройства, при которой сила тока, протекающего через человека, будет равна или меньше безопасных значений обеспечит его защиту от поражения. Наибольшая величина сопротивления заземляющего устройства, при которой обеспечивается указанное выше условие, называется допустимым сопротивлением защитного заземления.

Защитное заземление эффективно только в том случае, когда ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением сопротивления заземляющего устройства. Поэтому защитное заземление применяется в качестве основной меры защиты в электросетях с изолированной нейтралью, т. к. только в них при глухом замыкании на землю любого из фазных проводов ток замыкания не зависит от сопротивления заземления.

Конструктивно заземляющее устройство состоит из заземлителей, размещенных в грунте (земле), заземляющего проводника и заземляющей шины (последние расположены вне грунта и служат для подключения заземлителей к электрооборудованию).

Согласно требованиям ПУЭ сопротивление заземляющего устройства, используемого для защитного заземления открытых проводящих частей в системе IT напряжением до 1 кВ, должно соответствовать условию:

$$R_{з\text{у}} \leq U_{\text{пр}} / I_{\text{з\text{м}}},$$

где $R_{з\text{у}}$ – сопротивление заземляющего устройства, Ом; $U_{\text{пр}}$ – напряжение прикосновения, значение которого принимается равным 50 В; $I_{\text{з\text{м}}}$ – полный ток замыкания на землю, А.

Как правило, не требуется принимать значение сопротивления заземляющего устройства менее 4 Ом. Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей.

Автоматическое отключение питания. Автоматическое отключение питания применяется для быстрого отключения энергоисточника от аварийного электрооборудования. При этом время отключения не должно превышать нормированные значения (табл. 8.1, 8.2), т. к. в противном случае человек, касающийся в этот момент электроустановки, получит опасную дозу электрической энергии. При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ открытые проводящие части присоединяются к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система TN, и заземлены, если применены системы IT или TT.

Таблица 8.1

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN

Номинальное фазное напряжение $U_{\text{ф}}$, В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов. Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты и устройства защитного отключения (УЗО).

Таблица 8.2

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы IT

Номинальное линейное напряжение $U_{\text{л}}$, В	Время отключения, с
220	0,8
380	0,4
660	0,2
Более 660	0,1

Уравнивание потенциалов. Система уравнивания потенциалов предназначена для ликвидации разности потенциалов между любыми точками открытых проводящих частей электроустановок, здания, инженерных коммуникаций.

Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

- нулевой защитный РЕ- или PEN-проводник питающей линии в системе TN;
- заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки, в системах IT и TT;

- заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание (горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и);
- металлические части каркаса здания;
- металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования;
- заземляющее устройство системы молниезащиты;
- заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если такое имеется, и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;
- металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание. Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют требованиям к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи.

Выравнивание потенциалов. Система выравнивания потенциалов предназначена для снижения разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их по-

верхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных проводящих покрытий земли.

Двойная или усиленная изоляция. Защита при помощи двойной или усиленной изоляции может быть обеспечена применением электрооборудования класса II по электробезопасности или заключением электрооборудования, имеющего только основную изоляцию токоведущих частей, в изолирующую оболочку. Проводящие части оборудования с двойной изоляцией не должны быть присоединены к защитному проводнику и к системе уравнивания потенциалов.

Защитное электрическое разделение цепей. Защитное электрическое разделение цепей предназначено для уменьшения опасности однофазного прикосновения в разветвленных электросетях большой протяженности, имеющих большую электрическую емкость и малое сопротивление изоляции проводов относительно земли. Защитное электрическое разделение цепей источника тока и электроприемника осуществляется при помощи разделительного трансформатора и применяется, как правило, для одной питающей цепи, которая при этом имеет малую электрическую емкость, большое сопротивление изоляции проводов относительно земли, следовательно, меньшую опасность при однофазном прикосновении.

Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки. Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки применяются в электроустановках напряжением до 1 кВ, когда требования к автоматическому отключению питания не могут быть выполнены, а применение других защитных мер невозможно либо нецелесообразно.

Сопротивление относительно земли изолирующего пола и стен таких помещений, зон и площадок в любой точке должно быть не менее:

- 50 кОм при номинальном напряжении электроустановки до 500 В включительно;
- 100 кОм при номинальном напряжении электроустановки более 500 В;

Если сопротивление в какой-либо точке меньше указанных величин, такие помещения, зоны, площадки не должны рассматриваться в качестве меры защиты от поражения электрическим

током. Для изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок допускается использование электрооборудования класса 0 по электробезопасности при соблюдении одного из следующих условий:

– открытые проводящие части удалены одна от другой и от сторонних проводящих частей не менее чем на 2 м.

– открытые проводящие части отделены от сторонних проводящих частей барьерами из изоляционного материала;

– сторонние проводящие части покрыты изоляцией, выдерживающей испытательное напряжение не менее 2 кВ в течение 1 мин.

Пол и стены таких помещений не должны подвергаться воздействию влаги. Кроме рассмотренных основных способов защиты персонала от поражения электрическим током используются защитное зануление; блокировка; предупредительная сигнализация; электрозщитные средства (изолирующие штанги, диэлектрические коврики).

Контрольные вопросы

1. Какое воздействие на организм человека оказывает электрический ток?

2. Назовите виды электрических травм.

3. К каким последствиям для человека приводит электрический удар?

4. Укажите основные факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.

5. Назовите основные меры защиты от поражения человека электрическим током.

9. Формы трудовой деятельности. Классификация условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса

9.1. Классификация основных форм деятельности человека

Трудовая деятельность является неотъемлемой частью жизни каждого человека. Содержание и характер деятельности оказывают ощутимое влияние на изменение функционального состояния организма человека. С физиологической точки зрения

любая деятельность является функцией человеческого организма, требующая независимо от ее содержания и формы вовлечение в процесс центральной нервной системы, сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Разнообразные формы трудовой деятельности делятся на физический и умственный труд. Сложившееся деление на физический и умственный труд с физиологической оценки деятельности условно. Любая мышечная деятельность невозможна без участия центральной нервной системы, которая координирует и регулирует все процессы в организме.

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

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

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

1) *формы труда, требующие значительной мышечной активности.* Этот вид трудовой деятельности имеет место при отсутствии средств механизации для выполнения работ и поэтому характеризуется повышенными энергетическими затратами;

2) *механизированные формы труда.* Особенностью механизированных форм труда является изменение характера мышечных нагрузок и усложнение программы действий. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы конечностей, которые должны обеспечивать большую скорость и точность движений, необходимых для управления механизмами. Однообразие простых действий и малый объем воспринимаемой информации приводит к монотонности труда и быстрому наступлению утомления;

3) *формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством.* При таком производстве человек

выключается из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняет механизм. Задача человека ограничивается выполнением простых операций по обслуживанию механизма: подача материала для обработки, пуск в ход механизма, извлечение готовой продукции. Характерные черты этого вида работ – монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала;

4) *групповые формы труда (конвейерная сборка)*. Эти формы труда характеризуются дроблением технологического процесса на отдельные операции, заданным ритмом и строгой последовательностью выполнения операций, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту с помощью конвейера. С сокращением времени выполнения операций возрастает монотонность труда и упрощается его содержание, что приводит к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению;

5) *формы труда, связанные с дистанционным управлением*. При этих формах труда человек включен в систему управления как необходимое оперативное звено, нагрузка уменьшается с возрастанием степени автоматизации процесса управления. Различают формы управления производственным процессом, требующие частых активных действий человека, и формы управления, в которых действия оператора носят эпизодический характер, и основная его задача сводится к контролю показаний приборов и поддержанию постоянной готовности к вмешательству при необходимости в процесс управления объектом;

6) *формы интеллектуального (умственного) труда*. Этот труд представлен как профессиями, относящимися к сфере материального производства (конструкторы, инженеры, техники, диспетчеры, операторы), так и вне его (врачи, преподаватели, писатели и др.). Интеллектуальный труд характеризуется, как правило, необходимостью переработки большого объема разнородной информации с мобилизацией памяти, внимания, отличается высокой частотой стрессовых ситуаций.

9.2. Энергетические затраты при различных формах деятельности

Энергия, необходимая человеку для выполнения работы, высвобождается в его организме в процессах окислительно-восстановительного распада углеводов, белков, жиров, содержащихся в продуктах питания. Окислительно-восстановительные реакции в живых организмах могут протекать как с участием кислорода (аэробное окисление), так и без участия кислорода (анаэробное окисление).

При аэробном окислении 1 г жира в организме высвобождается 38,94 кДж, а при окислении 1 г белка или 1 г углеводов – 17,16 кДж энергии. Высвобожденная энергия частично расходуется на совершение полезной работы, а частично (до 60 %) рассеивается в виде теплоты в живых тканях, нагревая тело человека.

Совокупность химических реакций в организме, необходимых для жизнедеятельности, называется обменом веществ. Для характеристик суммарного энергетического обмена используют понятия основного обмена и обмена при различных видах деятельности.

Основной обмен характеризуется величиной энергетических затрат в состоянии полного мышечного покоя в стандартных условиях (при комфортной температуре окружающей среды, спустя 12...16 ч после приема пищи в положении лежа). Расход энергии в этих условиях составляет 87,5 Вт для человека массой 75 кг.

При изменении положения тела либо при совершении любой работы энергетические затраты повышаются по сравнению с основным обменом. Дополнительные затраты энергии зависят от рабочей позы тела, интенсивности мышечной деятельности, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения. В положении сидя за счет работы мышц туловища затраты энергии превышают на 5...10 % уровень основного обмена, в положении стоя – на 10...15 %, при вынужденной неудобной позе – на 40...50 %.

Энергозатраты при мышечной работе зависят от ее напряженности и продолжительности. При легкой сидячей работе они составляют 116,4...125 Вт, при легкой физической работе стоя – 408...583 Вт, при тяжелой физической работе – 583...875 Вт.

При интенсивной интеллектуальной работе потребности мозга в энергии составляют 15...20 % основного обмена (масса мозга составляет около 2 % массы тела). Повышение суммарных энергетических затрат при умственной работе определяется степенью нервно-эмоциональной напряженности. При чтении вслух сидя расход энергии повышается на 48 %, при выступлении с публичной лекцией – на 94 %, у операторов вычислительных машин – на 60...100 %.

Суточные энергозатраты зависят от вида деятельности человека:

– для работников умственного труда (врачи, педагоги, диспетчеры) составляют 10,5...11,7 МДж;

– для работников механизированного труда и сферы обслуживания (рабочие обслуживающие автоматы, продавцы, медсестры) составляют 11,3...12,5 МДж;

– для работников, выполняющих работу средней тяжести (станочники, шоферы, хирурги, полиграфисты, литейщики, сельскохозяйственные рабочие) составляют 12,5...15,5 МДж;

– для работников, выполняющих тяжелую работу (лесорубы, грузчики, горнорабочие, металлурги) составляют 16,3...18 МДж.

9.3. Классификация условий трудовой деятельности

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

Условия труда в целом оцениваются по четырем классам:

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

2-й класс – *допустимые условия труда* характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают гигиенических нормативов для рабочих мест.

Возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающего и его потомство. Оптимальные и допустимые условия труда безопасны;

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

3.1 – вызывающие обратимые функциональные изменения организма;

3.2 – приводящие к стойким функциональным изменениям и росту заболеваемости;

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

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

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

9.4. Способы оценки тяжести и напряженности трудовой деятельности

В соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса (Р.2.2.2006–05) различают три класса условий труда по показателям тяжести и напряженности труда:

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

– вредный (тяжелый) – затраты энергии свыше 290 Вт.

Тяжесть и напряженность труда характеризуются степенью функционального напряжения организма. Оно может быть энергетическим, зависящим от мощности работы – при физическом труде, и эмоциональным – при умственном труде.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

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

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

Методика оценки тяжести трудового процесса. Тяжесть трудового процесса оценивают в соответствии с «Гигиеническими критериями оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса». Уровни факторов тяжести труда выражены в эргометрических величинах, характеризующих

трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе.

Основными показателями тяжести трудового процесса являются:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

При выполнении работ, связанных с неравномерными физическими нагрузками в разные смены, оценку показателей тяжести трудового процесса (за исключением массы поднимаемого и перемещаемого груза и наклонов корпуса), следует проводить по средним показателям за 2–3 смены. Массу поднимаемого и перемещаемого вручную груза и наклоны корпуса следует оценивать по максимальным значениям. Общая оценка по степени физической тяжести проводится на основе всех приведенных выше показателей. При этом вначале устанавливается класс по каждому измеренному показателю и вносится в протокол, а окончательная оценка тяжести труда устанавливается по показателю, отнесенному к наибольшему классу. При наличии двух и более показателей класса 3.1 и 3.2 общая оценка устанавливается на одну степень выше.

Методика оценки напряженности трудового процесса.

Напряженность трудового процесса оценивают в соответствии с «Гигиеническими критериями оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса».

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы (показатели) трудового

процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки.

Независимо от профессиональной принадлежности (профессии) учитываются все 23 показателя. Не допускается выборочный учет каких-либо отдельно взятых показателей для общей оценки напряженности труда. По каждому из 23 показателей в отдельности определяется свой класс условий труда. В том случае, если по характеру или особенностям профессиональной деятельности какой-либо показатель не представлен (например, отсутствует работа с экраном видеотерминала или оптическими приборами), то по данному показателю ставится 1 класс (оптимальный) – напряженность труда легкой степени.

При окончательной оценке напряженности труда «оптимальный» (1 класс) устанавливается в случаях, когда 17 и более показателей имеют оценку 1 класса, а остальные относятся ко 2 классу. При этом отсутствуют показатели, относящиеся к 3 (вредному) классу.

«Допустимый» (2 класс) устанавливается в следующих случаях:

– когда 6 и более показателей отнесены ко 2 классу, а остальные относятся к 1 классу;

– когда от 1 до 5 показателей отнесены к 3.1 и/или 3.2 степеням вредности, а остальные показатели имеют оценку 1-го и/или 2-го классов.

«Вредный» (3) класс устанавливается в случаях, когда 6 или более показателей отнесены к третьему классу (обязательное условие).

При соблюдении этого условия устанавливается труд напряженный 1-й степени (3.1):

– когда 6 показателей имеют оценку только класса 3.1, а оставшиеся показатели относятся к 1 и/или 2 классам;

– когда от 3 до 5 показателей относятся к классу 3.1, а от 1 до 3 показателей отнесены к классу 3.2.

Труд напряженный 2-й степени (3.2):

– когда 6 показателей отнесены к классу 3.2;

– когда более 6 показателей отнесены к классу 3.1;

– когда от 1 до 5 показателей отнесены к классу 3.1, а от 4 до 5 показателей – к классу 3.2;

– когда 6 показателей отнесены к классу 3.1 и имеются от 1 до 5 показателей класса 3.2.

В тех случаях, когда более 6 показателей имеют оценку 3.2, напряженность трудового процесса оценивается на одну степень выше – класс 3.3.

9.5. Работоспособность человека и ее динамика

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

Работоспособность обеспечивается в результате происходящих в организме процессов в нервной системе, двигательном аппарате, органах дыхания и кровообращения, которые определяют потенциальные возможности человека выполнять конкретную работу при заданных режимах. При непрерывной работе мышцы, нервные клетки и различные органы могут расходовать только определенное количество энергии, не превышающее предела работоспособности.

Фазы работоспособности. Работоспособность проявляется в поддержании заданного уровня деятельности в течение определенного времени и обуславливается двумя основными группами факторов: внешними и внутренними. Внешние – информационная структура сигналов (количество и форма представления информации), характеристика рабочей среды (удобство рабочего места, освещенность, температура и т. п.), взаимоотношения в коллективе. Внутренние – уровень подготовки, тренированность, эмоциональная устойчивость. Предел работоспособности – величина переменная; изменение ее во времени называют *динамикой работоспособности*.

Вся трудовая деятельность протекает по фазам:

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

II. Вработываемость или стадия нарастающей работоспособности – период, в течение которого совершается переход от состояния покоя к рабочему состоянию. Длительность периода вработывания может быть значительной. На длительность оказывают влияние интенсивность работы, возраст, опыт, тренированность, отношение к работе. Этот период может занять от нескольких минут до 2–3 часов.

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

Выносливость обуславливается следующими факторами:

1) интенсивностью работы. Чем больше интенсивность, тем короче период устойчивой работоспособности;

2) спецификой работы. Например, динамическая работа может продолжаться без признаков утомления в десятки раз дольше, чем статическая;

3) возрастом. В юношеском и молодом возрасте выносливость увеличивается, в пожилом – снижается;

4) полом. При нагрузке, равной половине максимальных возможностей, выносливость при статической и двигательной деятельности у мужчин и женщин одинакова. При больших нагрузках мужчины выносливее;

5) концентрацией внимания и волевым напряжением;

6) эмоциональным состоянием. Положительное эмоциональное состояние (уверенность, спокойствие, хорошее настроение) активизирует деятельность, удлиняя период устойчивой работоспособности. Отрицательное эмоциональное состояние (страх, неуверенность, плохое настроение) оказывает угнетающее действие, снижая период устойчивой работоспособности;

7) наличием умений, навыков, тренированностью – снижают волевое и эмоциональное напряжение, повышая работоспособность;

8) типом высшей нервной деятельности (индивидуальные природные возможности нервной системы). Сила нервной систе-

мы характеризует работоспособность и надежность работы оператора особенно в экстремальных ситуациях.

IV. Период утомления. Характеризуется снижением продуктивности, замедляется скорость реакции, появляются ошибочные и несвоевременные действия, физиологическая усталость. Утомление может быть мышечным (физическим), умственным (психическим). Утомление – временное снижение работоспособности из-за истощения энергетических ресурсов организма.

V. Период возрастания продуктивности за счет эмоционально-волевого напряжения.

VI. Период прогрессивного снижения работоспособности и эмоционально-волевого напряжения.

VII. Период восстановления. Необходим организму для восстановления работоспособности. Продолжительность этого периода определяется тяжестью проделанной работы. После легкой работы период может длиться 5 мин, после тяжелой – 60...90 мин, а после длительной тяжелой нагрузки восстановление может наступить через несколько дней.

В течение суток работоспособность также изменяется определенным образом. Выделяются три интервала, отражающие колебания работоспособности. С 6 до 15 ч – первый интервал, во время которого работоспособность постепенно повышается. Она достигает своего максимума к 10–12 ч, а затем постепенно начинает понижаться. Во втором интервале (15–22 ч) работоспособность повышается, достигая максимума к 18 ч, а затем начинает уменьшаться до 22 ч. Третий интервал (22–6 ч) характеризуется тем, что работоспособность существенно снижается и достигает минимума около трех часов утра, затем начинает возрастать, оставаясь при этом, однако, ниже среднего уровня.

По дням недели работоспособность также меняется. Вработывание приходится на понедельник, высокая работоспособность – на вторник, среду и четверг, а развивающееся утомление на пятницу и особенно на субботу.

9.6. Пути повышения эффективности трудовой деятельности

Одним из наиболее важных элементов повышения эффективности трудовой деятельности человека является совершен-

ствование умений навыков в результате трудового обучения. Обучение придает законченность и устойчивость всем формам двигательной активности, является важным средством предупреждения утомления.

С психофизиологической точки зрения производственное обучение представляет собой процесс приспособления и соответствующего изменения физиологических функций организма человека для наиболее эффективного выполнения конкретной работы. В результате обучения (тренировки) возрастает мышечная сила и выносливость, повышается точность и скорость рабочих движений, увеличивается скорость восстановления физиологических функций после окончания работы.

Существенную роль в поддержании высокой работоспособности человека играет установление рационального режима труда и отдыха. Различают две формы чередования периодов труда и отдыха на производстве: введение обеденного перерыва в середине рабочего дня и кратковременных регламентированных перерывов.

Оптимальную длительность обеденного перерыва устанавливают с учетом удаленности от рабочих мест санитарно-бытовых помещений, столовых, организации раздачи пищи.

Продолжительность и число кратковременных перерывов определяют на основе наблюдений за динамикой работоспособности, учета тяжести и напряженности труда. При выполнении работы, требующей значительных усилий и участия крупных мышц, рекомендуются более редкие, но продолжительные 10...12-минутные перерывы. При выполнении особо тяжелых работ (металлурги, кузнецы и др.) следует сочетать работу в течение 15...20 мин с отдыхом такой же продолжительности. При работах, требующих большого нервного напряжения и внимания, быстрых и точных движений рук (операторы ПЭВМ и др.), целесообразны более частые, но короткие 5...10-минутные перерывы.

Кроме регламентированных перерывов, существуют микропаузы – перерывы в работе, возникающие самопроизвольно между операциями и действиями. Микропаузы обеспечивают поддержание оптимального темпа работы и высокого уровня работоспособности. В зависимости от характера и тяжести работы микропаузы составляют 9...10 % рабочего времени.

Высокая работоспособность организма поддерживается рациональным чередованием периодов работы, отдыха и сна. В течение суток организм по-разному реагирует на физическую и нервно-психическую нагрузку. В соответствии с суточным циклом организма наивысшая работоспособность отмечается в утренние (с 8 до 12) и дневные (с 14 до 17) часы. В дневное время наименьшая работоспособность, как правило, отмечается в период между 12 и 14, а в ночное время – с 3 до 4 ч. С учетом этих закономерностей определяют сменность работы предприятий, начало и окончание работы в сменах.

Чередование периодов труда и отдыха в течение недели должно регулироваться с учетом динамики работоспособности. Наивысшая работоспособность приходится на 2, 3 и 4-й день работы, в последующие дни недели она понижается, падая до минимума в последний день работы. В понедельник работоспособность относительно понижена.

Элементами рационального режима труда и отдыха являются производственная гимнастика и комплекс мер по психофизиологической разгрузке, в том числе функциональная музыка.

В основе производственной гимнастики лежит феномен активного отдыха (И. М. Сеченов) – «утомленные мышцы быстрее восстанавливают свою работоспособность не при полном покое, а при работе других мышечных групп». Однако при тяжелом труде или работе в условиях повышенной температуры воздуха более целесообразен пассивный отдых в хорошо проветриваемом помещении.

В основе благоприятного действия музыки лежит вызываемый ею положительный эмоциональный настрой, необходимый для любого вида работ. Производственная музыка способствует снижению утомления, улучшению настроения и здоровья работающих, повышает работоспособность и производительность труда. Однако функциональную музыку не рекомендуется применять при выполнении работ, требующих значительной концентрации внимания, при умственной работе, при большой напряженности выполняемых работ, непостоянных рабочих местах и в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях внешней среды.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под тяжестью трудового процесса?
2. Что понимается под напряженностью трудового процесса?
3. Назовите основные показатели тяжести трудового процесса.
4. Показатели напряженности трудового процесса.
5. Что понимается под условиями труда?
6. Классификация условий труда по гигиеническим критериям.

10. Пожарная безопасность

10.1. Классификация процессов горения, показатели горючести веществ

Горение – это окислительно-восстановительная реакция, которая протекает при взаимодействии горючих веществ с окислителями среды при наличии источников зажигания и сопровождается тепловым и световым излучением и выделением продуктов горения.

В зависимости от скорости распространения пламени различают:

- 1) дефлаграционное горение (скорость распространения пламени до 10 м/с);
- 2) взрыв (скорость распространения пламени до 1000 м/с);
- 3) детонацию (скорость распространения пламени в газоздушных смесях составляет 1800–2200 м/с, а в твердых средах может достигать 10000 м/с).

Различают два вида горения: полное – при достаточном и избыточном количестве кислорода; неполное – при недостатке кислорода;

Теории горения веществ:

– тепловая теория горения устанавливает условие возникновения процесса горения (превышение скорости выделения теплоты химической реакции горения над скоростью отвода теплоты в окружающую среду);

– теория цепных реакций объясняет кинетику процесса горения (цепные реакции характерны для горения органических веществ, которое сопровождается образованием радикалов);

– каталитическая теория горения рассматривает влияние катализатора на процесс горения.

Пожарная опасность веществ определяется по физическим и горючим свойствам веществ. Показателями физических свойств являются агрегатное состояние, летучесть, растворимость, плотность, дисперсность пыли и удельное электрическое сопротивление.

К показателям горючести вещества относятся:

– группа горючести веществ (негорючие, трудногорючие и горючие);

– способность образовывать пожаро- и взрывоопасные смеси с воздухом, с водой или при взаимодействии друг с другом;

– температура вспышки, воспламенения, самовоспламенения, зажигания, тления, горения, взрыва;

– теплота сгорания вещества;

– давление взрыва;

– температурные пределы распространения пламени;

– концентрационные пределы распространения пламени;

– безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ);

– категория взрывоопасной смеси;

– температурная группа взрывоопасной смеси.

По горючести вещества и материалы подразделяются на три группы:

1) негорючие (несгораемые) – вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

2) трудногорючие (трудносгораемые) – вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

3) горючие (сгораемые) – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Различают два класса горючих жидкостей: легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) и горючие (ГЖ) жидкости

ЛВЖ – это жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки не выше 61 °С (в закрытом тигле) или 66 °С (в открытом тигле). К ЛВЖ относятся, например, эфир, бензин, керосин и др.

ГЖ – это жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки выше 61 °С (в закрытом тигле) и 66 °С (в открытом тигле). К ГЖ относятся мазуты, масла, глицерин и др.

Температура вспышки – наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над ее поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает.

Температура воспламенения – наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение.

Температура самовоспламенения – самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

10.2. Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности

Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на категории по пожарной и взрывопожарной опасности.

Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности:

А (повышенная взрывопожароопасность). Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышает 5 кПа.

Б (взрывопожароопасность). Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

В1 – В4 (пожароопасность). Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых имеются в наличии или обращаются, не относятся к категории А или Б.

Г (умеренная пожароопасность). Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Д (пониженная пожароопасность). Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Для зданий, также как и для помещений, в соответствии с НПБ 105–03 существуют аналогичные категории: А, Б, В, Г и Д. Однако при отнесении здания к конкретной категории по взрывопожарной и пожарной опасности должны быть выполнены определенные условия. Категории зданий и сооружений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из

доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании, сооружении.

Категории зданий и сооружений по пожарной и взрывопожарной опасности:

Категория А. К этой категории относятся здания, в которых суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений или 200 м². При оборудовании помещений категории А установками автоматического пожаротушения допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % площади всех помещений, но не более 1000 м².

Категория Б. К этой категории относятся здания, если они не относятся к категории А, суммарная площадь всех помещений категории А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м². При оборудовании помещений категории А и Б установками автоматического пожаротушения допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категории А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений, но не более 1000 м².

Категория В. К этой категории относятся здания, если оно не относится к категории А и Б, суммарная площадь всех помещений категории А, Б и В превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 10 %, если в здании отсутствуют помещения категории А и Б. При оборудовании помещений категории А, Б и В установками автоматического пожаротушения допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категории А, Б и В в здании не превышает 25 % всех площадей, но не более 3500 м².

Категория Г. К этой категории относятся здания, если здание не относится к категориям А, Б и В, суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений. При оборудовании помещений категорий А, Б, В установками автоматического пожаротушения допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % площади всех размещенных в нем помещений, но не более 5000 м².

Категория Д. К этой категории относятся здания, если они не отнесены к категориям А, Б, В и Г.

При расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве предполагаемого варианта необходимо выбрать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы технологического процесса, при котором в случае взрыва могут участвовать наибольшие количества и наиболее опасные в отношении последствий взрыва вещества и материалы.

10.3. Классификация взрыво- и пожароопасных зон

В соответствии с ПУЭ, CENELEC, IEC, ATTEX, в зависимости от применяемых веществ опасные зоны в помещениях или вне помещений классифицируются на пожароопасные и взрывоопасные зоны.

Пожароопасная зона – пространство внутри или вне помещений где применяются горючие вещества. Пожароопасные зоны делятся на четыре класса – П-I, П-II, П-IIa, П-III (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Классификация пожароопасных зон

Классы пожароопасных зон	Характеристика пожарных зон
П-I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С
П-II	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом распространения пламени более 65 г/м ³ объема воздуха
П-IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества
П-III	Зоны, расположенные на открытой площадке, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества

Взрывоопасная зона – пространство внутри или вне помещений, где могут образоваться взрывоопасные смеси. Взрывоопасные зоны делятся на шесть классов – В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Классификация взрывоопасных зон

Классы взрывоопасности	Характеристика зон
В-I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются ГГ или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях и т. п.)
В-Ia	Зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси ГГ (независимо от НКП воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуют, а возможны только в результате аварии или неисправностей
В-Iб	Зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси ГГ или паров ЛВЖ с воздухом не образуют, а возможны только в результате неисправностей: – горючие газы в этих зонах с высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при ПДК по ГОСТ 12.1.005–88; – помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающим 5 % свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути
В-Iг	Наружные установки, в зоне которых содержатся взрывоопасные газы, пары ЛВЖ (газосборники, емкости, сливо-наливные станции и эстакады)
В-II	Помещения, где выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных непродолжительных режимах работы (разгрузка или загрузка аппаратов)

Классы взрывоопасности	Характеристика зон
В-Па	Помещения, где возникновение взрывоопасных состояний, приведенных для класса В-II, при нормальной эксплуатации оборудования в процессе производства не имеет места, возможно лишь в аварийных случаях и при неисправностях

Категории наружных установок по пожарной опасности. Категорирование наружных установок осуществляется в соответствии с нормами пожарной безопасности НПБ 105–03.

Для категорий Ан и Бн:

– горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горячего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и/или расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро-, или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5кПа.

Для категории Вн:

– интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и/или материалов, указанных для категории Вн, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 4 кВт·м².

10.4. Принцип выбора средств тушения пожаров

Выбор тех или иных способов и средств тушения пожаров осуществляется в зависимости от:

- стадии развития пожара;
- масштабов загораний;
- особенностей горения веществ и материалов;
- вида оборудования.

Способы пожаротушения разделяются на:

- физический способ (увеличение потерь тепла достигается физическими способами);
- химический способ (при пожарах, когда реакция горения носит цепной характер, уменьшение выделения тепла достигается химическими способами).

Применяются следующие способы пожаротушения:

- охлаждение очага горения или горящего материала ниже определенных температур;
- снижение концентрации кислорода в воздухе за счет негорючих паров или газов;
- разбавление;
- изоляция очага горения от воздуха;
- торможение (ингибирование) скорости реакции окислителя;
- механический срыв пламени при помощи сильной струи газа или воды.

Для тушения пожаров широкое применение находят вода, пар, а также другие жидкости, газы и некоторые твердые вещества в порошкообразном состоянии. Применение этих веществ во время пожара, а также их хранение должно быть безопасным для человека и не должно вызывать повреждения технологического оборудования.

Вода по сравнению с другими огнетушащими веществами имеет наибольшую теплоемкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. Вода обладает тремя свойствами огнетушения:

- охлаждает зону горения или горящие вещества;
- разбавляет реагирующие вещества в зоне горения;
- изолирует горючие вещества от зоны горения.

Для тушения ЛВЖ применяют пену – смесь газа с жидкостью. Химическая пена образуется при взаимодействии карбоната или бикарбоната натрия с кислотой в присутствии пенообразователя. Пенообразующий порошок состоит из сухих солей (сернокислого алюминия, бикарбоната натрия) и лактричного экстракта или другого пенообразующего вещества. При взаимодействии с водой сернокислый алюминий или другие сернокислые соли, бикарбонат натрия и пенообразователь растворяются и немедленно реагируют с образованием диоксида углерода. В результате выделения большого количества диоксида углерода получается устойчивая пена. При растекании химической пены образуется слой толщиной 7–10 см, весьма устойчивый, мало разрушающийся от действия пламени; пена не взаимодействует с нефтепродуктами и образует плотный покров, не пропускающий паров жидкости.

Для тушения пожаров диоксидом углерода применяют автоматические стационарные установки, а также ручные, передвижные и переносные огнетушители.

Для ликвидации небольших загораний веществ, не поддающихся тушению водой или другими огнетушащими средствами, применяют твердые инертные вещества в виде порошков. К таким веществам относятся хлориды щелочных и щелочноземельных металлов (флюсы), поташ, квасцы. Порошковые огнегасительные средства подают в очаг горения огнетушителями ОПС-10 и ОППС-100, а также стационарными и передвижными установками. Как правило, во всех этих системах порошок выбрасывается сжатым воздухом (или азотом).

Автоматические средства тушения пожаров. К автоматическим средствам тушения пожаров распыленной водой относятся спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерные установки могут быть трех видов: водяные; водовоздушные; воздушные.

В неотопливаемых помещениях должны применяться спринклерные установки воздушной системы, в которой трубопроводы заполнены не водой, а сжатым воздухом. Спринклерная установка водяной системы состоит из сети разветвленных трубопроводов, на которых размещены спринклеры с таким расчетом, чтобы одним спринклером орошалось от 9 до 12 м² площади пола в помещениях с повышенной пожарной опасностью (при количестве сгораемых материалов 2000 кг/м² и более). Выходное отверстие в спринклерной головке в обычное время закрыто легкоплавким замком. При повышении температуры легкоплавкий сплав плавится, замок распадается на части, освобождает стеклянный клапан и открывает выход воде. Сплав для соединения пластинок замка рассчитывают на температуры плавления 72, 93, 141 и 182 °С.

Недостатки спринклерных установок:

– спринклерные головки обладают сравнительно большой инерционностью – они вскрываются через 2–3 минуты с момента повышения температуры в помещении (в пожароопасных помещениях такая инерционность неприемлема);

– в спринклерных установках вскрываются лишь те головки, которые оказались в зоне высокой температуры горения;

– они обеспечивают тушение 90 % пожаров, возникающих в защищаемых такими системами автоматического огнетушения помещениях.

Для повышения эффективности пожаротушения иногда целесообразно подать воду сразу по всей площади помещения или его части. В этих случаях применяют дренчерные установки группового действия.

В дренчерных установках группового действия на трубопроводах, монтируемых под перекрытием, устанавливаются дренчеры, т. е. спринклерные головки без замков, с открытыми выходными отверстиями для воды. В обычное время выход воды в сеть закрыт клапаном группового действия. Установка имеет комбинированное управление: автоматическое и ручное. В автоматической установке сигнал датчика о пожаре, реагирующего на появление пламени, дыма и повышение температуры, подается через трубопроводы или электрические цепи в пусковое устройство, приводящее установку в действие.

10.5. Способы оповещения о пожаре

С целью своевременного оповещения о возникновении пожара, включении систем пожаротушения, а также вызова пожарных команд, действует система пожарной связи и оповещения. В зависимости от назначения различают:

- охранно-пожарную сигнализацию для оповещения пожарной охраны предприятия;
- диспетчерскую связь, которая обеспечивает управление и взаимодействие пожарных частей с такими городскими службами, как скорая помощь, милиция, снабжение электроэнергией и др.;
- оперативную радиосвязь, при которой непосредственно осуществляется руководство пожарными отделениями и расчетами при тушении пожара.

Один из видов пожарной связи – телефонная связь. На каждом телефонном аппарате укрепляется табличка с указанием номеров телефонов для вызова пожарной охраны.

Наряду с этим производственные помещения снабжаются пожарной сигнализацией, которая может быть электрической и автоматической.

Электрическая пожарная сигнализация в зависимости от схемы подключения извещателей со станцией может быть:

- лучевой (каждый извещатель соединен с приемной станцией двумя проводами, образующими как бы отдельный луч. При этом на каждом луче параллельно устанавливается три – четыре извещателя. При срабатывании любого из них на приемной станции будет известен номер луча, но не место установки извещателя);

- шлейфовой (предусматривает включение примерно 50 извещателей последовательно на одну линию (шлейф). Каждый извещатель, имея определенный код, подавая сигнал на станцию, одновременно дает информацию о месте своего нахождения).

Автоматические извещатели, т. е. датчики, сигнализирующие о пожаре, подразделяются на:

- тепловые (срабатывают при повышении температуры);
- дымовые (применяются в том случае, когда при горении веществ, образующихся в производстве, выделяется большое количество дыма и продуктов сгорания);

- световые (применяют в том случае, когда при горении появляется видимое пламя);

- комбинированные (применяются в установках повышенной надежности, когда одновременно проявляется несколько факторов).

Для подачи сигнала о пожаре в установках пожарной сигнализации можно устанавливать ручные пожарные извещатели. Для приведения в действие ручной электрической пожарной сигнализации необходимо разбить стекло и нажать на кнопку пожарного извещателя. Ручные пожарные извещатели устанавливают как вне зданий на стенах, конструкциях (на высоте 1,5 м от уровня пола или земли), на расстоянии 150 м один от другого, так и внутри помещения – в коридорах, проходах, на лестничных клетках, при необходимости в отдельных помещениях. Их устанавливают по одному на всех лестничных площадках каждого этажа. Места установки ручных пожарных извещателей должны освещаться искусственным освещением. Извещатели следует включать в самостоятельный шлейф пожарной сигнализации или совместно с автоматическими пожарными извещателями.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи решает пожарная безопасность?
2. Какой процесс называется горением?
3. На какие категории разделяются помещения по взрывопожарной опасности?
4. Назовите способы тушения пожаров.
5. Назовите системы пожарной сигнализации.

11. Чрезвычайные ситуации

В Федеральном законе «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» *чрезвычайная ситуация* определяется как «обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей».

Авария – чрезвычайное событие техногенного характера, происшедшее по конструктивным, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам, либо из-за случайных внешних воздействий, и заключается в повреждении, выходе из строя, разрушении технических средств, устройств или сооружений.

Все ЧС антропогенного и природного характера можно разделить на два класса:

– конфликтные (военные столкновения, экстремистская политическая борьба, национальные и религиозные конфликты, терроризм, широкомасштабная коррупция);

– бесконфликтные (ЧС техногенного характера, природного характера, экологического характера, биолого-социальные, космические катастрофы).

Базовая классификация ЧС, практически используемая в РСЧС, построена по группам, типам и видам чрезвычайных событий, которым дана определенная нумерация.

Однопозиционными номерами обозначены их группы (1 – ЧС техногенного характера; 2 – природного характера; 3 – экологического характера; 4 – биолого-социального).

Двухпозиционными номерами обозначены типы (1.1 – транспортные аварии; 2.1 – геофизические опасные явления).

Трехпозиционными номерами обозначены виды (1.1.1 – аварии товарных поездов; 2.1.1 – землетрясения).

В соответствии с принятыми стандартами по ЧС:

– ЧС техногенного характера, 10 типов, 47 видов;

– ЧС природного характера, 7 типов, 51 вид;

– ЧС экологического характера, 4 типа, 20 видов;

– ЧС биолого-социального характера, 3 типа, 14 видов.

По масштабу распространения и тяжести последствий ЧС подразделяются на:

– локальные (частные, объектовые) – не выходят за пределы рабочего места или участка;

– местные – ограничиваются пределами населенного пункта, города, края, республики;

– региональные – распространяются на несколько областей, краев, республик;

– национальные – охватывают обширные территории страны, но не выходят за ее границы;

– федеральные;

– глобальные – выходят за пределы страны и распространяются на другие государства.

По скорости распространения ЧС подразделяют на:

– внезапные (взрывы, землетрясения);

– с быстро распространяющейся опасностью (пожары, выброс газообразных АХОВ);

– с умеренно распространяющейся опасностью (выброс радиоактивных веществ, извержения вулканов);

– с медленно распространяющейся опасностью (засухи, эпидемии).

По признаку ведомственной принадлежности:

– в строительстве;

– в промышленности;

– в жилищной и коммунальной сфере обслуживания населения;

- на транспорте;
- в сельском хозяйстве;
- в лесном хозяйстве;
- в федеральной пограничной службе;
- в министерствах и службах военного характера: МО, МВД, ФСБ, МЧС и др.

11.1. Природные чрезвычайные ситуации

На территории России наблюдается более 30 видов опасных природных явлений. Наиболее разрушительными из них являются землетрясения, наводнения, массовые лесные и торфяные пожары, селевые потоки и оползни, бури, ураганы, смерчи, снежные заносы, обледенения.

ЧС природного характера можно классифицировать следующим образом:

- геофизические опасные явления (землетрясения, извержения вулканов);
- геологические (оползни, сели, обвалы, лавины);
- метеорологические (ураганы, бури, смерчи, шквалы, засуха, заморозки);
- гидрологические (цунами, наводнения, заторы);
- природные пожары (лесные, торфяные);
- инфекционная заболеваемость людей, сельскохозяйственных животных, растений.

Землетрясения – это подземные удары (толчки) и колебания земной поверхности, вызванные естественными процессами, происходящими в земной коре.

По данным ЮНЕСКО, землетрясениям принадлежит первое место по причиняемому экономическому ущербу и числу человеческих жертв.

Проекция центра очага землетрясения на поверхности земли называется эпицентром. Очаги возникают на различных глубинах, большей частью в 20–30 км от поверхности. По своей интенсивности землетрясения подразделяются на 12 градаций; землетрясению в зависимости от интенсивности присваивается значение в баллах.

Когда землетрясение происходит под водой, возникают огромные волны – *цунами*. Порой их высота достигает 60 м (16-этажный дом).

Пятая часть России подвержена землетрясением силой более 7 баллов. К чрезвычайно опасным зонам относятся Северный Кавказ, Якутия, Прибайкалье, Сахалин, Камчатка, Курильские острова.

Ураган – это чрезвычайно быстрое и сильное, нередко большой разрушительной силы и значительной продолжительности движение воздуха. Скорость его может достигать 30 м/с и более.

В России ураганы, бури и штормы чаще всего бывают в Приморском и Хабаровском краях, на Сахалине, Камчатке, Чукотке и Курильских островах.

Смерчи – восходящие вихри быстро вращающегося воздуха, имеющие вид темного столба диаметром от нескольких десятков до сотен метров. Скорость вращения может достигать 150 м/с. Длительность существования до 5 часов. Площадь разрушений до 400 км². Максимальная масса поднятых предметов до 300 т.

Смерчи наблюдаются в Поволжье, Сибири, на Урале и средней полосе России.

Инфекционные заболевания могут вызывать эпидемии (болезни людей), эпизоотии (болезни сельскохозяйственных животных) и эпифитотии (поражение и гибель сельскохозяйственных культур).

Различают несколько путей распространения инфекционного заболевания:

- контактный;
- контактно-бытовой;
- воздушно-капельный;
- водный.

Многие возбудители сохраняют жизнеспособность в воде, по крайней мере, несколько дней (например, острой дизентерии, холеры, брюшного тифа). В готовых блюдах, мясе, молоке возбудители могут жить долго.

Инфекционные заболевания людей: грипп, дифтерия, брюшной тиф, чума, холера.

При возникновении очага инфекционного заболевания в целях предотвращения распространения болезней объявляется карантин или обсервация.

Карантин – система режимных, противоэпидемических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на полную изоляцию очага и ликвидацию болезней в нем.

Обсервация – та же система мероприятий, что и при карантине, но менее строгие изоляционно-ограничительные меры.

11.2. Чрезвычайные ситуации техногенного характера

Рост числа технологических чрезвычайных ситуаций, усугубление последствий и масштабов воздействия достигли такого размаха, что начали сказываться на безопасности государства и его населения.

Причины возникновения ЧС в техногенной сфере:

- изношенность производственных фондов;
- устаревание технологического оборудования;
- отсутствие контроля за опасными производственными процессами;
- слабая дисциплина, халатное отношение к своим обязанностям.

Как правило, эти причины приводят к возникновению аварий и катастроф.

ЧС техногенного характера подразделяются на:

- аварии на химически опасных объектах;
- аварии на радиационно опасных объектах;
- аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах;
- аварии на гидродинамически опасных объектах;
- аварии на транспорте;
- аварии на коммунально-энергетических сетях.

Всему миру известны крупные аварии на АЭС, вызвавшие тяжелые последствия. Первая – в 1957 г. (Англия), вторая – в 1979 г. (США) и третья – в 1986 г. (Россия). А всего в 14 странах мира произошло более 150 инцидентов и аварий на объектах с ядерными установками.

Ликвидация последствий ЧС:

1. Неотложные спасательно-восстановительные работы.

2. Первоочередные восстановительные работы (на важных объектах).

3. Капитально-восстановительные работы.

Мероприятия по предотвращению ЧС:

1. Совершенствование нормативно-правовой базы.

2. Ужесточение требований по соблюдению правил и норм.

3. Совершенствование службы охраны труда.

11.3. Чрезвычайные ситуации химического характера

Химическая авария – это авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных веществ, способная привести к гибели и химическому заражению людей, продовольствия, сырья, сельскохозяйственных животных и растений.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, вызывающее заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах) (ГОСТ 22.9.05.95).

Классификация аварий на химически опасных объектах по масштабам возможных последствий:

- частные (установка, цех);
- объектовые (предприятия, объект);
- местные (город, район, область);
- региональные (несколько субъектов РФ или регионов);
- глобальные (несколько регионов, сопредельные страны).

Крупными запасами ядовитых веществ располагают предприятия химической, целлюлозно-бумажной, оборонной, нефтехимической промышленности, цветной и черной металлургии, минеральных удобрений. Значительные их количества сосредоточены на объектах пищевой, мясо-молочной промышленности, в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Наиболее распространенными из них являются хлор, аммиак, сероводород, двуокись серы, синильная кислота, фосген, бензол, фтористый водород.

В большинстве случаев при обычных условиях АХОВ находятся в газообразном или жидком состоянии. Однако при произ-

водстве, использовании, хранении и перевозке газообразные, как правило, сжимают, приводя в жидкое состояние. Это резко сокращает занимаемый ими объем. При аварии в атмосферу выбрасывается АХОВ, образуя облако заражения.

Для характеристики токсических свойств АХОВ используются понятия: предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества и токсическая доза (токсодоза).

ПДК – концентрация, которая при ежедневном воздействии на человека в течение длительного времени не вызывает патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых современными методами диагностики.

Токсодоза – количество вещества, вызывающее определенный токсический эффект.

Рассмотрим свойства некоторых АХОВ.

Хлор – при нормальных условиях газ желто-зеленого цвета с резким раздражающим запахом. При обычном давлении затвердевает при $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сжижается при $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тяжелее воздуха примерно в 2,5 раза. Вследствие этого стелется по земле, скапливается в подвалах, колодцах, тоннелях. Хлор хранят и перевозят в стальных баллонах под давлением.

В первую мировую войну хлор применялся в качестве отравляющего вещества удушающего действия. Поражает легкие, раздражает слизистые оболочки и кожу. Воздействие в течение 30–60 мин при концентрации $100\text{--}200\text{ мг/м}^3$ опасно для жизни.

ПДК хлора в атмосферном воздухе: среднесуточная $0,03\text{ мг/м}^3$; максимальная разовая – $0,1\text{ мг/м}^3$; в рабочем помещении промышленного предприятия – 1 мг/м^3 .

Для защиты от хлора можно использовать промышленные противогазы марок А (коробка коричневого цвета), БКФ (защитного), В (желтого), Г (половина черная, половина желтая), а также гражданские противогазы ГП – 5, ГП – 7 и детские. Из простейших средств защиты можно использовать ватно-марлевую повязку смоченную водой, а лучше 2 % раствором питьевой соды.

Сероводород – бесцветный газ с резким неприятным запахом; сжижается при температуре $-60,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Более чем в полтора раза тяжелее воздуха. Поэтому при авариях скапливается в подвалах, тоннелях. Сероводород опасен при вдыхании, раздражает кожу, слизистые оболочки. При аварии необходимо жидкость

оградить земляным валом, чтобы она не попала в водоемы. Для обеззараживания используют известковое молоко, раствор соды или каустика. Если произошла утечка газа, его осаждают распыленной водой.

Аммиак – при нормальных условиях бесцветный газ с характерным резким запахом, почти в два раза легче воздуха. При обычном давлении затвердевает при температуре $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сжижается при $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$. С воздухом образует взрывоопасные смеси в пределах 15–28 объемных процентов. Перевозится в сжиженном состоянии под давлением. ПДК в воздухе населенных мест: среднесуточная и максимально разовая – $0,2\text{ мг/м}^3$; в рабочем помещении промышленного предприятия – 20 мг/м^3 . Если же его содержание достигает 500 мг/м^3 , он опасен для вдыхания (возможен смертельный исход). Вызывает раздражение дыхательных путей, слизистых оболочек, кожи.

В случае аварии необходимо опасную зону изолировать, удалить и не допускать людей без средств защиты органов дыхания и кожи. Около зоны следует находиться с наветренной стороны.

Место разлива нейтрализуют слабым раствором кислоты, промывают большим количеством воды. При утечке газа, его осаждают распыленной водой.

Глубина зоны распространения зараженного воздуха зависит от концентрации АХОВ и скорости ветра. Например, при ветре 1 м/с за один час облако от места аварии удалится на $5\text{--}7\text{ км}$, при 3 м/с – на $16\text{--}21\text{ км}$.

Защитой от АХОВ служат фильтрующие промышленные и гражданские противогазы, промышленные респираторы, изолирующие противогазы, убежища ГО.

11.4. Чрезвычайные ситуации военного времени. Современные средства поражения

Война – общественно-политическое явление, особое состояние общества, связанное с резкой сменой отношений между государствами, народами, нациями, классами, социальными группами и с переходом к применению вооруженного насилия для достижения политических, экономических и других целей.

Оружие – устройства и средства, применяемые в вооруженной борьбе для поражения и уничтожения противника.

По масштабу и характеру поражающего действия различают оружие массового поражения (ядерное, химическое, биологическое) и обычное, включающее все остальные виды оружия.

Обычное оружие. К обычному оружию относятся все огневые и ударные средства, применяющие стрелковые, артиллерийские, авиационные боеприпасы, ракеты, торпеды, инженерные боеприпасы и морские мины в обычном снаряжении; боеприпасы объемного взрыва, зажигательные боеприпасы и смеси.

Наиболее высокой эффективностью обладают высокоточные системы обычного оружия, обеспечивающие в автоматическом режиме обнаружение и надежное уничтожение целей и объектов противника одним выстрелом, (пуском). К основным видам высокоточных боеприпасов относятся управляемые ракеты различных классов, снаряды, мины, авиационные бомбы, имеющие круговое вероятное отклонение от заданной цели не более 10 м. Для поражения цели субснаряды из ракеты выбрасываются вышибным зарядом.

Действие боеприпасов объемного взрыва основано на одновременном подрыве в нескольких местах распыленных в воздухе в виде аэрозольного облака горючих смесей, жидких или пастообразных рецептур горючих смесей, жидких или пастообразных рецептур углеводородных горючих веществ. В результате взрыва образуется ударная волна, резко возрастает температура воздуха, создается обедненная кислородом, отравленная продуктами сгорания обширная область атмосферы. Средствами их доставки до цели могут быть авиация, артиллерия, огнеметы.

Зажигательные боеприпасы – это различные вещества и смеси, способные воспламеняться и устойчиво гореть с выделением большого количества тепловой энергии. Они создаются на основе нефтепродуктов (напалмы), металлизированных смесей (пирогели), термитов, фосфора, сплава «электрон». Горят как в присутствии кислорода (напалмы, белый фосфор), так и без доступа кислорода (термиты). Зажигательные средства применяются для огнеметания из танковых и ранцевых огнеметов, снаряжения авиационных бомб, инженерных огневых фугасов.

Ядерное оружие: общая характеристика, поражающее действие. Ядерное оружие – оружие массового поражения взрывного действия, основанное на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при цепных реакциях деления ядер некоторых изотопов урана и плутония или при термоядерных реакциях синтеза легких ядер изотопов водорода (дейтерия и трития) в более тяжелые, например ядра гелия. Оно включает различные ядерные боеприпасы (боевые части ракет, авиационные бомбы, артиллерийские снаряды и мины). Средствами доставки ядерных боеприпасов к целям являются ракеты, самолеты, артиллерия, а также ядерные мины (фугасы).

Мощность ядерного взрыва характеризуется тротильным эквивалентом. **Тротильный эквивалент** – мощность взрывного действия ядерного заряда; он равен массе тротила, энергия взрыва которого соответствует энергии взрыва данного ядерного заряда. В зависимости от мощности ядерные боеприпасы подразделяются на:

- сверхмалые (менее 1 кт);
- малые (1–10 кт);
- средние (10–100 кт);
- крупные (100 кт – 1 Мт);
- сверхкрупные (более 1 Мт).

Виды ядерного взрыва: наземный, подземный, воздушный, высотный, надводный, подводный.

При взрыве ядерного боеприпаса за миллионные доли секунды выделяется колоссальное количество энергии, в зоне реакции температура достигает миллионов градусов, давление – миллиардов атмосфер, что вызывает световое излучение и мощную ударную волну.

Основные поражающие факторы ядерного взрыва:

- ударная волна;
- световое излучение;
- проникающая радиация;
- радиоактивное заражение местности;
- электромагнитный импульс.

Ударная волна – это область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся от центра взрыва во все стороны со сверхзвуковой скоростью. Главная причина разрушения зданий и различ-

ных объектов – первоначальный удар, возникающий в момент отражения волны от здания.

Световое излучение – это электромагнитное излучение оптического диапазона в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра. Время существования светящейся области от 0,2 до 20–40 с, ее размеры от 50 до 5000 м. Основным критерием, определяющим поражающую способность светового излучения, является световой импульс, т. е. количество энергии, падающей за все время излучения на единицу поверхности объекта. Он измеряется в джоулях на квадратный метр ($\text{Дж}/\text{м}^2$) или в калориях на квадратный сантиметр ($\text{кал}/\text{см}^2$).

Световое излучение при воздействии на человека вызывает ожоги разной степени и поражение глаз. Различают четыре степени ожогов (от покраснения кожи до ее обугливания) и три вида ослепления (временное – 50 мин, ожоги глазного дна, ожоги роговицы и век).

Проникающая радиация ядерного взрыва представляет собой поток гамма-излучения и нейтронов, распространяющийся в воздухе во все стороны на значительные расстояния (при взрыве 1 Мт – до 2,5–3 км). Время действия проникающей радиации не превышает нескольких секунд. Поражающее действие проникающей радиации характеризуется дозой облучения и зависит от типа ядерного заряда, мощности и вида взрыва, а также от расстояния.

Радиоактивное загрязнение местности, приземного слоя атмосферы, воды и других объектов возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва и происходит не только в районе взрыва, но и на расстоянии десятков и сотен километров от него. Оно может быть опасным на протяжении нескольких суток и недель после взрыва. Источниками радиоактивного загрязнения являются продукты деления ядерных взрывчатых веществ: плутоний-239, уран-238; радиоактивные изотопы, образующиеся в грунте и других материалах под воздействием нейтронов – наведенная активность; неразделившаяся часть ядерного заряда.

Электромагнитный импульс – представляет собой возникающее на очень короткое время мощное электрическое поле. Он

воздействует, прежде всего, на радиоэлектронную и электронную аппаратуру.

Местность по следу облака взрыва принято делить на следующие четыре зоны:

- зона А – умеренного загрязнения с дозой до полного распада на внутренней и внешней границе соответственно 40 и 400 рад;
- зона Б – сильного загрязнения с дозой 400 и 1200 рад;
- зона В – опасного загрязнения с дозой 1200 и 4000 рад;
- зона Г – чрезвычайно опасного загрязнения с дозой 4000 и 7000 рад.

Снижение уровней радиации происходит, ориентировочно, в 10 раз через отрезки времени, кратные 7: например, через 7 часов после взрыва мощность дозы уменьшается в 10 раз, а через 49 часов – в 100 раз.

Правила поведения и действия населения в очаге ядерного поражения. Длительность пребывания людей в убежищах (укрытиях) зависит от степени радиоактивного заражения местности, где расположены защитные сооружения. Если убежище (укрытие) находится в зоне заражения с уровнями радиации через 1 ч после ядерного взрыва от 8 до 80 Р/ч, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток; в зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождения людей в защитном сооружении увеличивается до 3 суток; в зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 суток и более.

По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1–4 суток (в зависимости от уровней радиации в зонах заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3–4 ч в сутки. Необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 суток), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты. Перед выходом из убежища (укрытия) на зараженную территорию необходимо надеть средства индивидуальной защиты и уточнить у коменданта (старшего) защитного сооружения направление наиболее безопасного движения, а также о местонахождении медицинских формирований и обмывочных пунктов вблизи пути движения.

При нахождении населения во время ядерного взрыва вне убежищ (укрытий), к примеру на открытой местности или на улице, в целях защиты следует использовать ближайшие естественные укрытия. Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя; через 15–20 с после взрыва, когда пройдет ударная волна, встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое – либо другое средство защиты органов дыхания, вплоть до того, что закрыть рот и нос платком или шарфом.

Чтобы предотвратить тяжелые последствия облучения, необходимо осуществлять медицинскую профилактику поражений ионизирующими излучениями. Время приема препаратов устанавливается в зависимости от способа их введения в организм; таблеточные препараты, например, принимаются за 30–40 мин, препараты, вводимые путем инъекций внутримышечно – за 5 мин до начала возможного облучения.

После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо как можно быстрее провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т. е. удалить радиоактивную пыль: при дезактивации – с одежды, обуви, средств индивидуальной защиты, при санитарной обработке – с открытых участков тела и слизистых оболочек глаз, носа и рта.

Химическое оружие: общая характеристика, поражающее действие. Поражающее действие химического оружия основано на использовании боевых химически опасных веществ. К БОХВ относятся отравляющие вещества и токсины, оказывающие поражающее действие на организм человека и животных, а также фитотоксиканты которые могут быть применены для поражения различных видов растительности.

Отравляющие вещества – химические соединения, обладающие определенными токсическими и физико-химическими свойствами, обеспечивающими при их боевом применении поражение людей, заражение воздуха, одежды, техники, местности. Ими снаряжают снаряды, боевые части ракет, авиабомбы.

Токсинами называют химические вещества белковой природы растительного, животного и микробного происхождения, обладающие высокой токсичностью. К ним относятся: ботулинический токсин, стафилококковый энтеротоксин, рицин и др.

Фитотоксиканты в зависимости от характера физиологического действия и целевого назначения подразделяются на:

- гербициды (для поражения травяной растительности, злаковых и овощных культур);
- арборициды (для поражения древесно-кустарниковой растительности);
- альгициды (для поражения водной растительности);
- дефолианты (приводят к опадению листьев растительности);
- десиканты (поражают растительность путем ее высушивания).

Поражающее действие отравляющих веществ оценивают по их концентрации, плотности заражения, стойкости, токсичности.

Концентрацией называется количество ОВ, находящегося в единице объема зараженного воздуха, мг/л.

Плотность заражения – это количество ОВ, находящегося на единице площади местности или другой поверхности, г/м².

Стойкость – это способность ОВ сохранять свое поражающее действие в воздухе или на местности в течение определенного времени.

К стойким относят ОВ, сохраняющие поражающие свойства от нескольких часов до нескольких суток (зарин, зоман, табун, азотистый иприт, люизит, иприт).

Нестойкие ОВ (синильная кислота, фосген, хлорциан) сохраняют поражающие свойства в течение нескольких минут.

По физиологическому воздействию на организм различают ОВ:

- нервно-паралитические (зарин, заман, табун), поражающие нервную систему;
- кожно-нарывного действия (иприт, азотистый иприт, люизит) поражающие дыхательные пути и легкие;
- общеядовитого действия (синильная кислота, хлорциан, мышьяковистый и фосфористый водороды, окись углерода, карбонилы металлов, фторорганические соединения), действующие на органы дыхания и желудочно-кишечный тракт;
- удушающего действия (фосген, дифосген), вызывающие раздражение оболочки глаз и верхних дыхательных путей;

– психохимического действия (ВЗ – би-зет, ДЛК – диэтиламид лизергиновой кислоты, псилоцибин), вызывающие чувство страха или эйфории, слуховые и зрительные галлюцинации, иногда устрашающего характера;

– слезоточивого и раздражающего действия (хлорацефенон, хлорпикрин, адамсит), раздражающие слизистые оболочки глаз, дыхательных путей.

К числу боевых свойств и специфических особенностей БХОВ относятся:

- высокая токсичность БХОВ и токсинов;
- биохимический механизм поражающего действия на живой организм;
- способность проникать внутрь техники, зданий;
- сохранять поражающие свойства определенное время;
- трудность своевременного обнаружения факта применения и установления типа БХОВ;
- необходимость использования для защиты от поражения и ликвидации последствий применения БХОВ комплекса специальных средств химической разведки, индивидуальной и коллективной защиты, дегазаций, санитарной обработки, антидотов и др.

Правила поведения и действия населения в очаге химического поражения. При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости и средства защиты кожи; если поблизости есть убежище – укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища; эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимается после входа в убежище.

Выходить из очага химического поражения нужно по направлениям, обозначенным специальными указателями или указанными постами ГО (полиции). Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует в сторону, перпендикулярную направлению ветра.

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, где возможен длительный застой паров отравляющих веществ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов.

После выхода из очага химического поражения как можно скорее проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно сделать быстро, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

Бактериологическое оружие: общая характеристика, поражающее действие. Это боеприпасы и боевые приборы, снаряженные биологическими средствами. Поражающее действие биологического оружия основано на использовании болезнетворных свойств патогенных микробов и токсичных продуктов их жизнедеятельности.

Для поражения людей могут использоваться следующие биологические средства:

- из вирусов – возбудители натуральной оспы, желтой лихорадки, энцефалитов, геморрагических лихорадок и др.;
- из класса бактерий – возбудители сибирской язвы, чумы, сапа, бруцеллеза;
- из риккетсий – возбудители лихорадки, сыпного тифа;
- из класса грибков – возбудители глубоких микозов, гистоплазмоза;
- из бактериальных токсинов – ботулинический токсин и стафилококковый энтеротоксин.

В организм человек патогенные микробы способны проникать с воздухом через органы дыхания, с пищей и водой через пищеварительный тракт, в результате укуса кровососущих насекомых, через слизистые оболочки рта, носа, глаз и поврежденные кожные покровы.

Поражающее действие появляется не сразу, а после инкубационного периода (2–5 суток).

Средствами доставки БО к цели могут быть ракеты, авиация, распыливающие приборы, а также портативные приборы для диверсионного применения.

Для предотвращения распространения инфекционных заболеваний устанавливается карантин или обсервация.

Карантин – это система противоэпидемических и режимно-ограничительных мероприятий, направленных на полную изоляцию очага и ликвидацию в нем инфекционных заболеваний.

Обсервация – это система режимно-ограничительных и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение распространения инфекционных заболеваний.

Правила поведения и действия населения в очаге бактериологического поражения: обнаружив хотя бы один из признаков применения противником бактериологического оружия, необходимо немедленно надеть противогаз (респиратор, противопыльную тканевую маску или ватно-марлевую повязку), по возможности и средства защиты кожи и укрыться в защитном сооружении (убежище, противорадиационном или простейшем укрытии).

Невосприимчивость населения к инфекционным заболеваниям достигается проведением специфической профилактики, которая обычно осуществляется заблаговременно путем прививок, вакцинации и сывороток. Кроме того, непосредственно при угрозе поражения (или после поражения) бактериологическими средствами следует использовать противобактериальное средство №1 из аптечки АИ-2.

Перспективные виды оружия массового поражения. В ближайшем будущем на вооружение армий развитых стран возможно поступление оружия, действие которого основано на новых физических принципах. Это оружие направленной энергии, поражающим фактором которого являются высокоинтенсивные потоки энергии малой расходимости, распространяющиеся со скоростью света или близкой к ней. Оно включает ядерное оружие направленного действия, лазерное, пучковое и микроволновое оружие. Ведутся разработки инфразвукового, радиочастотного, геофизического и других видов оружия.

Ядерное оружие направленной энергии – оружие избирательного действия, в котором энергия, выделяющаяся при ядерных реакциях деления и синтеза, используется для создания направленного рентгеновского, оптического, микроволнового, лазерного и других видов излучения.

Лазерное оружие – оружие, основанное на использовании лазерного излучения. Лазеры (квантовые оптические генераторы) представляют собой излучатели узконаправленной, согласованной по фазе и длине волны электромагнитной энергии оптического диапазона мощностью до нескольких тысяч джоулей на один квадратный сантиметр. Поражающее действие лазерного луча до-

стигается в результате нагрева до высоких температур материалов объекта, вызывающего их расплавление и даже испарение, ослепление органов зрения человека и термических ожогов кожи.

Пучковое оружие – оружие направленной энергии, основным поражающим фактором которого являются пучки элементарных частиц (электроны, протоны, нейтроны).

Инфразвуковое оружие основано на использовании направленного излучения мощных инфразвуковых колебаний с частотой ниже 16 Гц. Такие колебания могут воздействовать на центральную нервную систему, пищеварительные органы человека, вызывать головную боль, нарушение ритма дыхания. Инфразвуковое излучение обладает также психотропным действием на человека, вызывает потерю контроля над собой, чувство страха и паники.

Геофизическое оружие – совокупность различных средств, позволяющих использовать разрушительные силы природы путем искусственно вызываемых изменений физических свойств и процессов, протекающих в атмосфере, гидросфере, литосфере Земли (атмосферное оружие, гидросферное (гидрологическое), литосферное оружие).

Атмосферное (метеорологическое) оружие основано на использовании различных процессов, связанных с нарушением климатических и погодных явлений. При искусственном воздействии на атмосферу возникают грозовые процессы, вызывающие обильное выпадение осадков, рассеивается или усиливается туман, изменяется температурный режим на больших площадях.

Гидросферное (гидрологическое) оружие основано на использовании энергии рек, озер, морей, океанов и ледников. Для воздействия на гидросферу могут использоваться подводные и подземные ядерные взрывы, а также подрыв крупных зарядов обычных ВВ.

Литосферное (геологическое) оружие основано на использовании землетрясений, извержений вулканов и др.

11.5. Организация защиты населения и территории в чрезвычайных ситуациях

Правовое регулирование в области гражданской обороны (ГО) осуществляется в соответствии с Федеральным законом

«О гражданской обороне» и другими нормативными актами, определяющими основы ГО, статус, структуру, состав ее органов управления, сил и средств, деятельность формирований различного назначения, государственные стандарты в этой области.

Руководство ГО в Российской Федерации осуществляет правительство; в федеральных, региональных и местных органах исполнительной власти – их руководители, являющиеся по должности начальниками ГО. Они несут персональную ответственность за организацию и проведение мероприятий по ГО на соответствующих территориях и в организациях.

Планирование ГО базируется на научном прогнозе обстановки, всестороннем анализе и оценке людских и материальных ресурсов, достигнутом уровне развития и состояния ГО.

В соответствии с нормативными документами организация, объем и сроки выполнения мероприятий ГО планируются по степеням ее готовности:

- повседневная;
- первоочередные мероприятия ГО 1-й группы;
- первоочередные мероприятия ГО 2-й группы;
- общая готовность ГО.

План ГО состоит из текстуальной части и приложений. Текстуальная часть включает три раздела:

1 раздел. Краткая оценка возможной обстановки на объекте в результате воздействия противника.

2 раздел. Выполнение мероприятий ГО на объекте при планомерном приведении ее в готовность.

3 раздел. Выполнение мероприятий ГО на объекте при внезапном нападении противника.

Подготовка рабочих и служащих, не входящих в состав формирований, проводится на предприятиях; неработающего взрослого населения – по месту жительства.

Основополагающим документом, регламентирующим и определяющим общие для РФ организационно-правовые нормы в области защиты от чрезвычайных ситуаций, является Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Дополняют его Постановление Правительства РФ № 1113 от 5.11.1995 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

чайных ситуаций», Постановление Правительства РФ № 924 от 3.08.1996 «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения».

Цели и задачи РСЧС:

- разработка и реализация правовых и экономических норм, связанных с обеспечением защиты населения и территории от ЧС;

- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации ЧС;

- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территории от ЧС;

- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий ЧС;

- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, проведение гуманитарных акций;

- международное сотрудничество в области защиты населения и территории от ЧС.

Органы управления РСЧС:

- на федеральном уровне – МЧС России;

- на региональном – региональные центры;

- на территориальном – органы управления ГОЧС, создаваемые при органах исполнительной власти субъектов РФ;

- на местном – органы управления ГОЧС, создаваемые при органах местного самоуправления;

- на объектовом – отделы (секторы, специально назначенные лица) ГОЧС.

Обеспечение устойчивости объектов при чрезвычайных ситуациях. Под устойчивостью работы объекта народного хозяйства понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в объемах и номенклатурах, предусмотренных соответствующими планами, в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

В целях повышения устойчивости функционирования объектов экономики и инфраструктуры, обеспечивающих жизнедеятельность населения, проводятся следующие мероприятия:

- рациональное размещение важных объектов экономики и жизнеобеспечения населения;
- подготовка их к работе в военное время;
- обеспечение безаварийной остановки по сигналам ГО и при потере (отключении) источников энергии;
- создание и подготовка подразделений для комплексной маскировки и защиты важных объектов от высокоточного оружия с помощью пассивных средств;
- подготовка объектов к восстановлению своих функций и ликвидации последствий применения различных средств поражения.

На устойчивость функционирования объектов в военное время влияют следующие основные факторы:

- надежность защиты персонала; бесперебойное снабжение всеми видами энергии, топливом, сырьем, водой, комплектующими изделиями;
- наличие плана перевода производства на особый режим работы;
- надежность управления производством;
- наличие запасных вариантов производственных связей с поставщиками и потребителями на случай выхода из строя системы кооперации, установленной в мирное время;
- заблаговременная подготовка к восстановлению производства при слабых и сильных разрушениях.

Целесообразным пределом повышения устойчивости является состояние объектов, при которых воздействие основных поражающих факторов может вызвать слабые и средние разрушения, а их восстановление возможно в короткие сроки и экономически оправдано.

Психологическая подготовка населения к чрезвычайным и экстремальным ситуациям. Подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях – это государственная задача. Только за последние 20 лет в мире в результате стихийных бедствий погибло около 3 млн человек.

Стихийные бедствия, крупные аварии и катастрофы, их трагические последствия вызывают у людей большую эмоциональную возбужденность, требуют высокой морально-психологической стойкости и готовности оказать помощь пострадавшим, спасти гибнущие материальные ценности. Тяжелая картина разрушений, непосредственная угроза жизни отрицательно воздействуют на психику человека. У психологически неподготовленных появляется чувство страха, возможен психологический шок.

Для психологической подготовки людей к чрезвычайным ситуациям необходимо:

- выработать и закрепить необходимые психологические качества (самообладание, хладнокровие, способность трезво мыслить в сложной и опасной обстановке);

- максимальное приблизить обучение к реальным условиям, которые могут сложиться в конкретном регионе;

- отработать приемы и способы спасательных работ, многократное повторение конкретных действий, выполнение нужных упражнений.

Малейшая растерянность или проявление страха особенно в самом начале аварии или катастрофы могут привести к тяжелым, а порой и к непоправимым последствиям. В первую очередь это относится к должностным лицам, обязанным немедленно принять меры, мобилизующие коллектив, показывая при этом личную дисциплинированность и выдержку.

Для предупреждения или пресечения паники необходимо:

- достоверно, убедительно и достаточно полно проинформировать население о случившемся;

- напомнить о правилах поведения и периодически рассказывать о предпринимаемых мерах;

- отвлечь, хотя бы на непродолжительное время, внимание людей от источника страха или возбудителя паники;

- постараться переключить внимание людей с паникеров на человека, трезво мыслящего, обладающего хладнокровием, способного отдавать четкие и громкие команды;

- вовлечь всех в борьбу с опасностью, привлечь к спасательным работам, поручив каждому конкретный участок;

– если паника охватила значительное количество людей, их необходимо разделить на более мелкие группы.

11.6. Организация оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях

При чрезвычайных ситуациях в очагах массового поражения населению оказываются следующие виды медицинской помощи:

- первая медицинская помощь;
- доврачебная помощь;
- первая врачебная помощь;
- квалифицированная медицинская помощь;
- специализированная медицинская помощь.

При прочих равных условиях предпочтение в очередности оказания медицинской помощи отдается детям и беременным женщинам.

Первая медицинская помощь – это комплекс простейших медицинских мероприятий, выполняемых на месте получения повреждения, преимущественно в порядке само- и взаимопомощи, а также участниками спасательных работ с использованием табельных или подручных средств. Основная цель первой медицинской помощи – спасение жизни пораженного, устранение продолжающего воздействия поражающего фактора и быстрая эвакуация пострадавшего из зоны поражения. Оптимальный срок оказания первой медицинской помощи – до 30 минут после получения травмы. При остановке дыхания это время сокращается до 5–10 минут. Важность времени подчеркивается хотя бы тем, что среди лиц, получивших первую медицинскую помощь в течение 30 минут после травмы, осложнения возникают в 2 раза реже, чем у лиц, которым этот вид помощи был оказан позже указанного срока. Отсутствие же помощи в течение 1 часа после травмы увеличивает количество летальных исходов среди тяжело пораженных на 30 %, отсутствие помощи до 3 часов – на 60 %, до 6 часов – на 90 %.

По данным Всемирной организации здравоохранения, 20 из 100 погибших в результате несчастных случаев в мирное время могли быть спасены, если бы медицинскую помощь им оказали своевременно.

Доврачебная медицинская помощь оказывается бригадами экстренной медицинской помощи. В состав такой бригады входит 4 человека: старшая медсестра, медсестра, водитель и санитар. Медицинское имущество рассчитано на оказание помощи 50 пострадавшим.

Первая врачебная помощь оказывается на первом этапе медицинской эвакуации – догоспитальном – и имеет своей важнейшей целью борьбу с такими опасными последствиями повреждений, как кровотечение, асфиксия, шок, предупреждение развития раневой инфекции и подготовка пострадавших к дальнейшей эвакуации.

Квалифицированная медицинская помощь – комплекс хирургических и терапевтических мероприятий, осуществляемых врачами соответствующего профиля в лечебных учреждениях.

Специализированная медицинская помощь преследует те же цели, что и квалифицированная помощь, но оказывают ее врачи, специально подготовленные в данной узкой области хирургии, располагающие соответствующим оснащением.

Способы оказания первой медицинской помощи

Оказание первой помощи при поражении электротоком:

1. Меры первой помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от воздействия электрического тока.

2. Для определения состояния пострадавшего необходимо немедленно произвести следующие мероприятия:

- уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность;
- проверить наличие у пострадавшего дыхания (определяется визуально по подъему грудной клетки; с помощью зеркала);
- проверить наличие у пострадавшего пульса на лучевой артерии у запястья или на сонной артерии, на переднебоковой поверхности шеи;
- выяснить состояние зрачка (узкий или широкий); широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга.

3. Во всех случаях поражения электрическим током вызов врача является обязательным независимо от состояния пострадавшего.

4. Если пострадавший находится в сознании, его следует уложить в удобное положение (подстелить под него и накрыть его сверху чем-либо из одежды) и до прибытия врача обеспечить полный покой, непрерывно наблюдая за дыханием и пульсом. Запрещается позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсутствие тяжелых симптомов после поражения электрическим током не исключает возможности последующего ухудшения состояния пострадавшего. В случае отсутствия возможности быстро вызвать врача необходимо срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение, обеспечив для этого необходимые транспортные средства или носилки.

5. Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует ровно и удобно уложить, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, обрызгивать лицо водой и обеспечить полный покой. Если пострадавший плохо дышит (очень редко и судорожно, как умирающий), ему следует делать искусственное дыхание и непрямой (наружный) массаж сердца.

6. При отсутствии у пострадавшего признаков жизни (дыхания и пульса) нельзя считать его мертвым, так как смерть часто бывает лишь кажущейся. Искусственное дыхание следует производить непрерывно как до, так и после прибытия врача. Вопрос о целесообразности или бесцельности дальнейшего проведения искусственного дыхания решается врачом.

7. При оказании помощи переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему или лицу, оказывающему помощь, продолжает угрожать опасность или когда оказание помощи на месте невозможно.

8. Во всех случаях констатировать смерть имеет право только врач.

Основные правила, обязательные при производстве искусственного дыхания и наружного массажа сердца:

1. Оживление организма, пораженного электрическим током, может быть произведено несколькими способами. Все они основаны на проведении искусственного дыхания. Однако самым эффективным является способ «изо рта в рот», проводимый одновременно с непрямой массажем сердца.

2. Искусственное дыхание следует производить только в случае, если пострадавший не дышит или дышит очень плохо (редко, судорожно, как бы с всхлипыванием, как умирающий), а также если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается.

3. Начинать искусственное дыхание следует немедленно после освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока и производить непрерывно до достижения положительного результата или появления бесспорных признаков действительной смерти (появление трупных пятен или трупного окоченения).

4. Во время производства искусственного дыхания необходимо внимательно наблюдать за лицом пострадавшего. Если он пошевелит губами или веками или сделает глотательное движение гортанью (кадыком), нужно проверить, не сделает ли он самостоятельного вдоха. Производить искусственное дыхание после того, как пострадавший начнет дышать самостоятельно и равномерно, не следует, так как продолжение искусственного дыхания может причинить ему лишь вред.

5. Если после нескольких мгновений ожидания окажется, что пострадавший не дышит, производство искусственного дыхания следует немедленно возобновить. Прежде чем приступить к производству искусственного дыхания, необходимо:

– быстро, не теряя ни секунды, освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды, расстегнуть ворот, развязать галстук или шарф, расстегнуть брюки и т. п.;

– быстро освободить рот пострадавшего от посторонних предметов (удалить вставные челюсти, если они имеются) и слизи;

– если рот пострадавшего крепко стиснут, раскрыть его путем выдвижения нижней челюсти. Для этого надо четыре пальца обеих рук поставить позади углов нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвигать нижнюю челюсть вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних. Если таким образом раскрыть рот не удастся, следует у угла рта между задними коренными зубами (но не передними) осторожно, чтобы не сломать зубы, вставить дощечку, металлическую пластинку, ручку ложки или другой подобный предмет и с их помощью разжать зубы.

Способ искусственного дыхания «изо рта в рот» и прямой массаж сердца:

1. Способ искусственного дыхания «изо рта в рот» заключается в том, что оказывающий помощь производит выдох из своих легких в легкие пострадавшего через специальное приспособление (дыхательная трубка) или непосредственно в рот или в нос пострадавшего.

3. Для производства искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, раскрыть ему рот и после удаления изо рта посторонних предметов и слизи (платком или концом рубашки) вложить в него трубку для предотвращения западания языка.

4. Для раскрытия гортани следует запрокинуть голову пострадавшего назад, подложив под затылок одну руку, а второй рукой надавить на лоб пострадавшего так, чтобы подбородок оказался на одной линии с шеей. При таком положении головы просвет глотки и верхних дыхательных путей значительно расширяется и обеспечивается их полная проходимость, что является основным условием успеха искусственного дыхания по этому методу.

5. Для того чтобы выправить трубку во рту и направить ее в дыхательное горло, следует также слегка подвигать вверх и вниз нижнюю челюсть пострадавшего. Затем, встав на колени над головой пострадавшего, следует плотно прижать к его губам фланец дыхательной трубки, а большими пальцами обеих рук зажать пострадавшему нос, с тем, чтобы вдуваемый через приспособление воздух не выходил обратно, минуя легкие. Сразу после этого оказывающий помощь делает в трубку несколько сильных выдохов и продолжает их со скоростью около 10–12 выдохов в минуту (каждые 5–6 секунд) до полного восстановления дыхания пострадавшего или до прибытия врача.

6. Для обеспечения возможности свободного выхода воздуха из легких пострадавшего оказывающий помощь после каждого вдувания должен освободить рот и нос пострадавшего (не вынимая при этом изо рта пострадавшего трубки).

7. При каждом вдувании грудная клетка пострадавшего должна расширяться, а после освобождения рта и носа самостоятельно опускаться. Для обеспечения более глубокого выдоха

можно легким нажимом на грудную клетку помочь выходу воздуха из легких пострадавшего.

8. В процессе проведения искусственного дыхания оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы вдуваемый им воздух попадал в легкие, а не в живот пострадавшего. При попадании воздуха в живот, что может быть обнаружено по отсутствию расширения грудной клетки и вздутию живота, необходимо быстро нажатием на верхнюю часть живота под диафрагмой выпустить воздух и установить дыхательную трубку в нужное положение путем повторного перемещения вверх и вниз нижней челюсти пострадавшего. После этого следует быстро возобновить искусственное дыхание приведенным выше способом.

9. При отсутствии на месте происшествия необходимого приспособления, следует быстро раскрыть у пострадавшего рот (приведенным выше способом), удалить из него посторонние предметы и слизь, запрокинуть ему голову и оттянуть нижнюю челюсть. После этого оказывающий помощь на рот пострадавшего укладывает марлю или платок, делает глубокий вдох и с силой выдыхает в рот пострадавшего. При вдувании воздуха оказывающий помощь плотно прижимает свой рот к лицу пострадавшего так, чтобы по возможности охватить своим ртом весь рот пострадавшего, а своим лицом зажать ему нос.

10. После этого спасающий откидывается назад и делает новый вдох. В этот период грудная клетка пострадавшего опускается и он произвольно делает пассивный выдох. При этом необходимо несильно нажимать рукой на грудную клетку пострадавшего.

11. При проведении искусственного дыхания нельзя допускать охлаждения пострадавшего (не оставлять его на сырой земле, каменном, бетонном или металлическом полу). Под пострадавшего следует подстелить что-либо теплое, а сверху укрыть его.

Наружный (непрямой) массаж сердца:

1. При отсутствии у пострадавшего пульса для поддержания жизнедеятельности организма (для восстановления кровообращения) необходимо независимо от причины, вызвавшей прекращение работы сердца, одновременно с искусственным дыханием (вдуванием воздуха) проводить наружный массаж сердца. При этом следует иметь в виду, что без правильной и своевременной

предварительной помощи пострадавшему до прибытия врача, врачебная помощь может оказаться запоздалой и неэффективной.

2. Наружный (непрямой) массаж производится путем ритмичных сжатий через переднюю стенку грудной клетки при надавливании на относительно подвижную нижнюю часть грудины, позади которой расположено сердце. При этом сердце прижимается к позвоночнику и кровь из его полостей выжимается в кровеносные сосуды. Повторяя надавливание с частотой 60–70 раз в минуту, можно обеспечить достаточное кровообращение в организме при отсутствии работы сердца.

3. Для проведения наружного массажа сердца пострадавшего следует уложить спиной на жесткую поверхность (низкий стол, скамейку или на пол), обнажить у него грудную клетку, снять пояс, подтяжки и другие стесняющие дыхание предметы одежды. Оказывающий помощь должен встать с правой или с левой стороны пострадавшего и занять такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над пострадавшим. Определив положение нижней трети грудины оказывающий помощь должен положить на нее верхний край ладони разогнутой до отказа руки, а затем поверх руки положить другую руку и надавливать на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном своего корпуса.

4. Надавливание следует производить быстрым толчком, так чтобы продвинуть нижнюю часть грудины вниз в сторону позвоночника на 3–4 см, а у полных людей – на 5–6 см. Усилие при надавливании следует концентрировать на нижнюю часть грудины, которая благодаря прикреплению ее к хрящевым окончаниям нижних ребер является подвижной. Верхняя часть грудины прикреплена неподвижно к костным ребрам и при надавливании на нее может переломиться. Следует избегать также надавливания на окончания нижних ребер, так как это может привести к их перелому. Ни в коем случае нельзя надавливать ниже края грудной клетки (на мягкие ткани), так как можно повредить расположенные здесь органы, в первую очередь печень. Надавливание на грудину следует повторять примерно 1 раз в секунду.

5. После быстрого толчка руки остаются в достигнутом положении примерно в течение одной трети секунды. После этого руки следует снять, освободив грудную клетку от давления, с

тем, чтобы дать возможность ей расправиться. Это благоприятствует присасыванию крови из больших вен в сердце и его заполнению кровью.

6. Поскольку надавливание на грудную клетку затрудняет ее расширение при вдохе, вдувание следует производить в промежутках между надавливаниями или же во время специальной паузы, предусматриваемой через каждые 4–6 надавливаний на грудную клетку.

7. В случае если оказывающий помощь не имеет помощника и вынужден проводить искусственное дыхание и наружный массаж сердца один, следует чередовать проведение указанных операций в следующем порядке: после двух-трех глубоких вдуваний в рот или нос пострадавшего оказывающий помощь производит 4–6 надавливаний на грудную клетку, затем снова производит 2–3 глубоких вдувания и опять повторяет 4–6 надавливаний с целью массажа сердца и т. д.

8. При наличии помощника один из оказывающих помощь – менее опытный в этом вопросе – должен проводить искусственное дыхание путем вдувания воздуха как менее сложную процедуру, а второй – более опытный – производить наружный массаж сердца. При этом вдувание воздуха следует приурочить ко времени прекращения надавливания на грудную клетку или, прерывая на время вдувания (примерно на 1 секунду) массаж сердца.

9. При равной квалификации лиц, оказывающих помощь, целесообразно каждому из них проводить искусственное дыхание и наружный массаж сердца, поочередно сменяя друг друга через каждые 5–10 мин. Такое чередование будет менее утомительно, чем непрерывное проведение одной и той же процедуры, особенно массажа сердца.

10. Эффективность наружного массажа сердца проявляется в первую очередь в том, что каждое надавливание на грудину приводит к появлению у пострадавшего пульсирующего колебания стенок артерий (проверяется другим лицом).

11. При правильном проведении искусственного дыхания и массажа сердца у пострадавшего появляются следующие признаки оживления:

– улучшение цвета лица, приобретающего розоватый оттенок вместо серо-землистого цвета с синеватым оттенком, который был у пострадавшего до оказания помощи;

– появление самостоятельных дыхательных движений, которые становятся все более равномерными по мере продолжения мероприятий по оказанию помощи (оживлению);

– сужение зрачков.

12. Степень сужения зрачков может служить наиболее верным показателем эффективности оказываемой помощи. Узкие зрачки у оживляемого указывают на достаточное снабжение мозга кислородом, и, наоборот, начинающееся расширение зрачков свидетельствует об ухудшении снабжения мозга кровью и необходимости принятия более эффективных мер по оживлению пострадавшего. Поэтому может помочь поднятие ног пострадавшего примерно на 0,5 м от пола и оставление их в поднятом положении в течение всего времени наружного массажа сердца. Такое положение ног пострадавшего способствует лучшему притоку крови в сердце из вен нижней части тела. Для поддержания ног в поднятом положении под них следует что-либо подложить.

13. Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует проводить до появления самостоятельного дыхания и работы сердца, однако появление слабых вдохов (при наличии пульса) не дает оснований для прекращения искусственного дыхания. В этом случае, как уже указывалось выше, вдувание воздуха следует приурочить к моменту начала собственного вдоха пострадавшего.

14. О восстановлении деятельности сердца у пострадавшего судят по появлению у него собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки пульса прерывают массаж на 2–3 секунды, и если пульс сохраняется, то это указывает на самостоятельную работу сердца. При отсутствии пульса во время перерыва необходимо немедленно возобновить массаж.

15. Следует помнить, что даже кратковременное прекращение оживляющих мероприятий (1 мин и менее) может привести к непоправимым последствиям.

16. После появления первых признаков оживления наружный массаж сердца и искусственное дыхание следует продолжать в течение 5–10 мин, приурочивая вдувание к моменту собственного вдоха.

Оказание первой помощи при ранении:

1. Во всякую рану могут быть занесены микробы, находящиеся на ранящем предмете, на коже пострадавшего, а также в пыли, в земле, на руках оказывающего помощь и на грязном перевязочном материале.

2. Во избежание заражения столбняком (тяжелое заболевание с большим процентом смертности) особое внимание следует уделять ранам, загрязненным землей. Срочное обращение к врачу для введения противостолбнячной сыворотки предупреждает это заболевание.

3. Во избежание засорения раны во время перевязки оказывающий первую помощь при ранениях должен чисто (с мылом) вымыть руки, а если это сделать почему-либо невозможно, следует смазать пальцы йодной настойкой. Прикасаться к самой ране даже вымытыми руками запрещается.

4. При оказании первой помощи необходимо строго соблюдать следующие правила:

– нельзя промывать рану водой или каким-либо лекарственным веществом, засыпать порошками и покрывать мазями, так как это препятствует заживлению раны, способствует занесению в нее грязи с поверхности кожи, что вызывает последующее нагноение;

– нельзя стирать с раны песок, землю и т. п., так как удалить таким способом все, что загрязняет рану, невозможно, но зато при этом можно глубже втереть грязь и легче вызвать заражение раны; очистить рану может только врач;

– нельзя удалять из раны сгустки крови, так как это может вызвать сильное кровотечение;

– нельзя заматывать рану изоляционной лентой.

5. Для оказания первой помощи при ранении следует вскрыть имеющийся в аптечке первой помощи индивидуальный пакет, наложить содержащийся в нем стерильный перевязочный материал на рану и перевязать ее бинтом.

6. Индивидуальный пакет, используемый для закрытия раны, следует распечатывать так, чтобы не касаться руками той части повязки, которая должна быть наложена непосредственно на рану.

7. Если индивидуального пакета не оказалось, то для перевязки следует использовать чистый носовой платок, чистую тряпочку и т. п. На то место тряпочки, которое приходится непосредственно на рану, желательнее накапать несколько капель йодной настойки, чтобы получить пятно размером больше раны, а затем наложить тряпочку на рану. Особенно важно применять йодную настойку указанным способом при загрязненных ранах.

Оказание первой помощи при кровотечении:

Наружное кровотечение может быть артериальным и венозным. При артериальном кровотечении кровь алого цвета и вытекает пульсирующей струей (толчками); при венозном кровотечении кровь темного цвета и вытекает непрерывно. Наиболее опасным является артериальное кровотечение.

Для того чтобы остановить кровотечение, необходимо:

- поднять раненую конечность;
- кровоточащую рану закрыть перевязочным материалом, не касаясь пальцами самой раны; забинтовать раненое место;
- при сильном артериальном кровотечении, если оно не останавливается повязкой, применять сдавливание кровеносных сосудов, питающих раненую область, при помощи сгибания конечности в суставах, а также пальцами, жгутом или закруткой; во всех случаях большого кровотечения необходимо срочно вызвать врача.

Приемы остановки артериального кровотечения:

1. Можно быстро остановить артериальное кровотечение, прижав пальцами, кровоточащий сосуд к подлежащей кости выше раны (ближе к туловищу).

2. Кровотечение из сосудов нижней части лица останавливается прижатием челюстной артерии к краю нижней челюсти.

3. Кровотечение из ран виска и лба останавливается прижатием артерии впереди уха.

4. Кровотечение из больших ран головы и шеи можно остановить придавливанием сонной артерии к шейным позвонкам.

5. Кровотечение из ран подмышечной впадины и плеча останавливается прижатием подключичной артерии к кости в надключичной ямке.

6. Кровотечение из ран на предплечье останавливается прижатием плечевой артерии посередине плеча.

7. Кровотечение из ран на кисти и пальцах рук останавливается прижатием двух артерий в нижней трети предплечья у кисти.

8. Кровотечение из ран нижних конечностей останавливается прижатием бедренной артерии к костям таза.

9. Кровотечение из ран на стопе можно остановить прижатием артерии, идущей по тыльной части стопы. Придавливание пальцами кровоточащего сосуда следует производить достаточно сильно.

10. Более быстро и надежно, чем прижатие пальцами, кровотечение можно остановить сгибанием конечности в суставах. Для этого у пострадавшего следует быстро засучить рукав или брюки и, сделав комок из любой материи, вложить его в ямку, образующуюся при сгибании сустава, расположенного выше места ранения, и сильно, до отказа согнуть над этим комком сустав. При этом будет сдавлена проходящая в изгибе артерия, подающая кровь к ране. В этом положении ногу или руку можно связать или привязать к туловищу пострадавшего.

Остановка артериального кровотечения жгутом или закруткой:

1. Когда сгибание в суставе применять нельзя (например, при одновременном переломе кости той же конечности), то при сильном артериальном кровотечении следует перетянуть всю конечность, накладывая жгут.

2. В качестве жгута лучше всего использовать какую-либо упругую, растягивающуюся ткань, резиновую трубку или ленту, подтяжки и т. п.

3. Перед наложением жгута конечность (рука или нога) должна быть приподнята.

4. Если у оказывающего помощь нет помощников, то предварительное прижатие артерии пальцами можно поручить самому пострадавшему.

5. Накладывание жгута производится на ближайшую к туловищу часть плеча или бедра. Место, на которое накладывается жгут, должно быть обернуто чем-либо мягким, например, несколькими слоями бинта или соответствующим куском материи.

6. Можно также накладывать жгут поверх рукава или брюк.

7. Прежде чем наложить жгут, его следует растянуть, а затем туго забинтовать конечность, не оставляя между оборотами

жгута не покрытых им участков кожи. Перетягивание жгутом конечности не должно быть чрезмерным, так как при этом могут быть стянуты и пострадать нервы; натяжение жгута следует доводить только до прекращения кровотечения. Если будет обнаружено, что кровотечение полностью не прекратилось, следует наложить дополнительно (более туго) несколько оборотов жгута.

8. Наложённый жгут держать больше 1,5–2 ч запрещается, так как это может привести к омертвлению обескровленной конечности.

9. Кроме того, через час следует на 5–10 мин снять жгут, чтобы дать пострадавшему отдохнуть от боли, а конечности – получить некоторый приток крови. Перед тем как снять жгут, необходимо прижать пальцами артерию, по которой идет кровь к ране. Распускать жгут следует постепенно и медленно. После 5–10 мин жгут накладывают вновь.

10. При отсутствии под рукой какой-либо растягивающейся ленты перетянуть конечность можно так навиваемой «закруткой», сделанной из нерастягивающегося материала: галстука, пояса, скрученного платка или полотенца, веревки, ремня и т. п.

11. Материал, из которого делается закрутка, обводится вокруг поднятой конечности, покрытой соответствующей подстилкой, и связывается узлом на наружной стороне конечности. В этот узел (или под него) продевается какой-либо твердый предмет в виде палочки, который закручивают до прекращения кровотечения. Слишком сильно затягивать «закрутку» нельзя. Закрутив до необходимой степени, палочку привязывают так, чтобы она не смогла самопроизвольно раскрутиться.

12. При кровотечении из носа пострадавшего следует усадить или уложить, слегка откинув назад голову, расстегнуть ворот, наложить на переносицу и на нос холодную примочку (сменяя ее по мере нагревания), сжать пальцами мягкие части (крылья) носа. Ввести в нос кусочек стерилизованной ваты или марли, смоченной перекисью водорода.

13. При кровотечении изо рта (кровавой рвоте) пострадавшего следует уложить на носилки и немедленно доставить в лечебное учреждение.

Оказание первой помощи при переломах, вывихах, ушибах и растяжениях связок

При переломах и вывихах основной задачей первой помощи является обеспечение спокойного и наиболее удобного положения для поврежденной конечности, что достигается полной ее неподвижностью. Это правило является обязательным не только для устранения болевых ощущений, но и для предупреждения ряда добавочных повреждений окружающих тканей, вследствие прокалывания их костью изнутри.

Перелом черепа. При падении на голову или при ударе по голове, вызвавшем бессознательное состояние, кровотечение из ушей или рта, имеется основание предполагать наличие перелома черепа. Первая помощь в этом случае должна заключаться в прикладывании к голове холодных предметов (резиновый пузырь со льдом или холодной водой, холодные примочки и т. п.).

Перелом позвоночника. При падении с высоты или при обвалах, если есть подозрение, что сломан позвоночник (резкая боль в позвоночнике, невозможно согнуть спину и повернуться), первая помощь должна сводиться к следующему: осторожно, не поднимая пострадавшего, подсунуть под него доску или повернуть пострадавшего на живот лицом вниз и строго следить, чтобы при поворачивании или поднимании пострадавшего туловище его не перегибалось (во избежание повреждения спинного мозга).

Перелом и вывих ключицы. Признаки – боль в области ключицы и явно выраженная припухлость.

Первая помощь:

– положить в подмышечную впадину поврежденной стороны небольшой комок ваты, марли или какой-либо материи;

– руку, согнутую в локте под прямым углом, прибинтовать к туловищу, бинтовать следует в направлении от больной руки к спине;

– руку ниже локтя подвязать косынкой к шее;

– к области повреждения приложить холодный предмет (резиновый пузырь со льдом или холодной водой и др.).

Перелом и вывих костей рук. Признаки – боль по ходу кости, неестественная форма конечности, подвижность в месте, где нет сустава (при наличии перелома), припухлость.

Первая помощь: наложить соответствующие шины, если шин почему-либо не оказалось, то так же, как и при переломе ключицы, руку следует подвесить на косынке к шее, а затем прибинтовать ее к туловищу, не подкладывая комка в подмышечную впадину. Если рука (при вывихе) отстает от туловища, между рукой и туловищем следует проложить что-либо мягкое (например, сверток из одежды, мешков и т. п.). К месту повреждения приложить холодный предмет. При отсутствии бинта и косынки можно подвесить руку на поле пиджака.

Перелом и вывих костей кисти и пальцев рук. При подозрении на перелом или вывих костей кисти следует прибинтовать кисть руки к широкой (шириной с ладонь) шине так, чтобы шина начиналась от середины предплечья, а кончалась у конца пальцев. В ладонь поврежденной руки предварительно должен быть вложен комок ваты, винт и т. п., чтобы пальцы были несколько согнуты. К месту повреждения следует приложить, холодный предмет.

Перелом и вывих нижней конечности. Признаки – боль по ходу кости, припухлость, неестественная форма в месте, где нет сустава (при переломе). При повреждении бедренной кости укрепить больную конечность шиной, фанерой, палкой, картоном или каким-либо другим подобным предметом так, чтобы один конец шины доходил до подмышки, а другой достигал пятки. При необходимости вторую шину кладут от промежности до пятки. Этим достигается полный покой всей нижней конечности. Шины крепко прибинтовываются к конечности в 2–3 местах, но не рядом и не в месте перелома. По возможности шину следует накладывать, не приподнимая ноги, а придерживая ее на шесте. Проталкивать бинт палочкой под поясницей, коленом или пяткой. К месту повреждения следует приложить холодный предмет.

Перелом ребер. Признаки – боль при дыхании, кашле и движении. Первая помощь: туго забинтовать грудь или стянуть ее полотенцем во время выдоха.

Ушибы. При уверенности, что пострадавший получил только ушиб, а не перелом или вывих, к месту ушиба следует приложить холодный предмет (снег, лед, тряпку, смоченную холодной водой) и плотно забинтовать ушибленное место. При отсутствии ранения кожи смазывать ее йодом, растирать и накладывать со-

гревающий компресс не следует, так как все это ведет лишь к усилению боли. При ушибах живота, наличии обморочного состояния, резкой бледности лица и сильных болей следует немедленно вызвать скорую помощь для направления пострадавшего в больницу (возможны разрывы внутренних органов с последующим внутренним кровотечением). Также следует поступать и при тяжелых ушибах всего тела вследствие падения с высоты.

Растяжение связок. При растяжении связок, например, при подворачивании стопы, признаком чего являются резкая боль в суставе и припухлость, первая помощь заключается в прикладывании холодного предмета, тугом бинтовании и покое.

Оказание первой помощи при ожогах:

1. Ожоги бывают четырех степеней, от легкого покраснения до тяжелого и сплошного омертвления обширных участков кожи, а иногда и более глубоких тканей.

2. Первая степень ожога характеризуется покраснением того участка кожи, на который воздействовал фактор. Вторая степень ожога – появление пузырей на месте воздействия фактора. Третья степень ожога – неполное отмирание ткани на участке тела, подвергнувшегося воздействию фактора. Четвертая степень ожога – сплошное омертвление тканей во всю толщу до костей.

3. При тяжелых ожогах надо очень осторожно снять с пострадавшего платье и обувь – лучше разрезать их. Рана от ожога, будучи загрязнена, начинает гноиться и долго не заживает. Поэтому нельзя касаться руками обожженного участка кожи или смазывать его какими-либо мазями, маслами, вазелином или растворами. Обожженную поверхность следует перевязать так же, как любую рану, покрыть стерилизованным материалом из пакета или чистой глаженной полотняной тряпкой, а сверху положить слой ваты и все закрепить бинтом. После этого пострадавшего следует направить в лечебное учреждение.

Такой способ оказания первой помощи следует применять при всех ожогах, чем бы они не были вызваны: паром, вольтовой дугой, горячей мастикой, канифолью и т. п. При этом не следует вскрывать пузыри, удалять приставшую к обожженному месту мастику, канифоль или другие смолистые вещества, так как, удаляя их, легко содрать кожу и тем самым создать благоприятные условия для заражения раны микробами с последующим нагное-

нием. Нельзя отдирать обгоревшие приставшие к ране куски одежды; в случае необходимости приставшие куски одежды следует обрезать острыми ножницами.

4. При ожогах глаз электрической дугой следует делать холодные примочки из раствора борной кислоты и немедленно направить пострадавшего к врачу.

5. При ожогах, вызванных крепкими кислотами (серной, азотной, соляной), пораженное место должно быть немедленно тщательно промыто быстротекущей струей воды из-под крана или ведра в течение 10–15 мин. Можно также опустить обожженную конечность в бак или ведро с чистой водой и интенсивно двигать ею в воде. После этого пораженное место промывают 5 %-ным раствором марганцовокислого калия или 10 %-ным раствором пищевой соды (одна чайная ложка соды на стакан воды). После промывания пораженные участки тела следует покрыть марлей, пропитанной смесью растительного масла (льняного или оливкового) и известковой воды в равном соотношении.

6. При попадании кислоты или ее паров в глаза и полость рта необходимо произвести промывание или полоскание пострадавших мест 5 %-ным раствором пищевой соды, а при попадании кислоты в дыхательные пути – дышать распыленным при помощи пульверизатора 5 %-ным раствором пищевой соды.

7. В случае ожога едкими щелочами (каустической содой, негашеной известью) пораженное место следует тщательно промыть быстротекущей струей воды в течение 10–15 мин. После этого пораженное место нужно промыть слабым раствором уксусной кислоты (3–6 % по объему) или раствором борной кислоты (одна чайная ложка на стакан воды). После промывания пораженные места следует покрыть марлей, пропитанной 5 %-ным раствором уксусной кислоты.

8. При попадании едкой щелочи или ее паров в глаза и в полость рта промывание пораженных мест следует производить 2 %-ным раствором борной кислоты.

9. При ранениях стеклом и одновременном воздействии кислоты или щелочи, прежде всего, необходимо убедиться в том, что в ране нет осколков стекла, а затем быстро промыть рану соответствующим раствором, смазать края ее раствором йода и перевязать рану, пользуясь стерильной ватой и бинтом. Пострадав-

шего после оказания первой помощи следует сразу же направить к врачу. Перечисленные выше растворы должны всегда иметься в аптечке.

Оказание первой помощи при обморожениях:

1. Растирать снегом замерзшие части тела не рекомендуется, так как в снегу часто попадаются мелкие льдинки, могущие расцарапать обмороженную кожу и вызвать нагноение. Для растирания замерзших частей тела следует применять сухие теплые перчатки или суконки.

2. В помещении обмороженную конечность можно погрузить в таз или ведро с водой обычной комнатной температуры. Постепенно воду следует заменять более теплой водой, доводя ее до температуры тела (37 °С).

3. После того как обмороженное место покраснеет, его следует смазать жиром (маслом, салом, борной мазью) и завязать теплой повязкой (шерстяной, суконной и т. п.).

4. После перевязки обмороженную руку или ногу следует держать приподнятой, что облегчает боль и предупреждает осложнения.

Оказание первой помощи при попадании инородных тел:

1. При попадании инородных тел под кожу или под ноготь удалить его можно лишь в том случае, если имеется уверенность, что это будет сделано легко и полностью. При малейшем затруднении следует обратиться к врачу. После удаления инородного тела необходимо смазать место ранения йодной настойкой и наложить повязку.

2. Инородные тела, попавшие в глаза, лучшего всего удалять промыванием струей раствора борной кислоты или чистой водой. Промывание можно производить из чайника, с ватки или марли, положив пострадавшего на здоровую сторону и направляя струю от наружного угла глаз (от виска) к внутреннему (к носу). Тереть глаза не следует.

3. Инородные тела в дыхательном горле или пищеводе без врача удалять не следует. Во всех случаях надо немедленно обратиться к врачу.

Оказание первой помощи при обмороке, тепловом и солнечном ударах и отравлениях:

1. При обморочном состоянии (головокружение, тошнота, стеснение в груди, недостаток воздуха, потемнение в глазах) пострадавшего следует уложить, опустив голову и приподняв ноги, дать выпить холодной воды и нюхать ватку, смоченную нашатырным спиртом. Класть на голову примочки и лед не следует. Так же следует поступать, если обморок уже наступил.

2. При тепловом и солнечном ударах, когда человек, работающий в жарком помещении (например, в котельной), на солнце или в душную безветренную погоду, почувствует внезапно слабость и головную боль, он должен быть немедленно освобожден от работы и выведен на свежий воздух или в тень.

3. При появлении резких признаков недомогания (слабая сердечная деятельность – частый, слабый пульс, бессознательное состояние, поверхностное, слабое стонущее дыхание, судороги) необходимо удалить пострадавшего из жаркого помещения, перенести в прохладное место, уложить, раздеть, охладить тело, обмахивать лицо, смачивать голову и грудь, обрызгивать холодной водой. При прекращении дыхания или резком его расстройстве следует делать искусственное дыхание. Немедленно обратиться к врачу.

4. При отравлении ядовитыми газами, в том числе угарным, ацетиленом, природным газом, парами бензина и т. д. появляется головная боль, шум в ушах, головокружение, тошнота, рвота; наблюдается потеря сознания, резкое ослабление дыхания, расширение зрачков. При появлении таких признаков следует немедленно вывести пострадавшего на свежий воздух и организовать подачу кислорода для дыхания. Одновременно необходимо сразу же вызвать врача. При заметном ослаблении дыхания необходимо производить искусственное дыхание с одновременной подачей пострадавшему кислорода. При отсутствии кислорода первую помощь следует оказывать так же, как и при обмороке. Если это возможно, пострадавшему следует выпить большое количество молока.

5. При отравлении хлором, кроме принятия указанных выше мер, следует дать пострадавшему вдыхать сильно разбавленный аммиак.

6. При отравлении соединениями меди появляется вкус меди во рту, обильное слюновыделение, рвота зелеными или синезелеными массами, головная боль, головокружение, боль в животе, сильная жажда, затрудненное дыхание, слабый и неправильный пульс, падение температуры, бред, судороги и паралич.

7. При появлении первых признаков отравления соединениями меди следует немедленно произвести продолжительное промывание желудка водой или раствором 1:1000 марганцовокислого калия; внутрь следует давать жженую магнезию, яичный белок и большое количество молока.

8. При отравлении свинцом или его соединениями во рту появляется металлический вкус, беловатая окраска языка и слизистой оболочки рта, головная боль, тошнота, рвота сероватобелыми массами, колики. В этом случае необходимо немедленно провести промывание желудка 0,5–1 %-ным раствором английской соли или раствором глауберовой соли.

9. При отравлении ртутью или ее соединениями пострадавшему следует произвести промывание желудка водной известью или жженой магнезией, а внутрь давать молоко или белковую воду. Перечисленные средства (кроме быстропортящихся) должны всегда находиться в аптечке.

Оказание первой помощи утопленникам:

1. У вытащенного из воды человека в верхних дыхательных путях содержится много воды или пенистой жидкости. Не теряя времени, следует удалить воду из желудка утопленника. Открыть рот и удалить воду можно одним приемом: спасатель кладет пострадавшего грудной клеткой на свое бедро, одновременно пропускает свои руки под мышки пострадавшего и накладывает с обеих сторон большие пальцы рук на верхние края нижней челюсти, остальными четырьмя пальцами обеих рук нажимает на подбородок, опуская нижнюю челюсть пострадавшего вниз и выдвигая ее вперед.

2. Открыв рот пострадавшему, спасатель приступает к удалению воды. Не нужно стремиться удалить ее всю, важно добиться, чтобы не было воды и пены в верхних дыхательных путях. После того, как удалена вода, приступают к искусственному дыханию методом «изо рта в рот» или «изо рта в нос». Всю подго-

товку к искусственному дыханию нужно проводить быстро, но с осторожностью.

3. У утопленников побелевших, как правило, воды в дыхательных путях нет, поэтому после извлечения пострадавшего из воды надо сразу приступить к искусственному дыханию и массажу сердца.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение чрезвычайной ситуации (ЧС).
2. Как дифференцируют ЧС по масштабам распространения и тяжести последствий?
3. Как классифицируют ЧС по природе возникновения?
4. Приведите примеры природных, техногенных ЧС.
5. В чем заключается первая медицинская помощь?

12. Управление безопасностью жизнедеятельности

Управление безопасностью жизнедеятельности ведется по трем самостоятельным направлениям, каждое из которых имеет свою правовую (законодательную), нормативную и организационную основу, свои руководящие и контролирующие органы. Этими направлениями являются: охрана труда; охрана окружающей среды; предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

12.1. Охрана труда

Законодательство по охране труда является основой управления охраной труда. В Конституции Российской Федерации закреплено право граждан на безопасный труд. В области охраны труда основными законодательными актами являются Трудовой кодекс РФ (ТК РФ), Гражданский кодекс РФ и Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации».

Трудовой кодекс РФ содержит требования по обеспечению безопасных и безвредных условий труда. Статья 209 Трудового кодекса Российской Федерации содержит определение: «Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в про-

цессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия».

Правовые мероприятия заключаются в создании системы правовых норм, устанавливающих стандарты здоровых и безопасных условий труда, и правовых средств по обеспечению их соблюдения. Это требует разработки и оформления всей необходимой документации, в том числе составление договоров, издание приказов, разработка и принятие локальных нормативных актов предприятия по охране труда, создание пособий и рекомендаций, обеспечение необходимой нормативно-правовой документацией функциональных служб, структурных подразделений, разработку программ и методик обучения работников вопросам охраны труда, разделов охраны труда коллективного договора, должностных инструкций, инструкций по охране труда всех работников предприятия, а также внесение предложений об изменении законодательных и иных нормативно-правовых актов по охране на региональном и федеральном уровне.

Социально-экономические мероприятия направлены на повышение уровня охраны труда, предусматривают установление компенсаций за работу, связанную с тяжелыми, вредными и опасными условиями труда, меры по защите отдельных категорий работников, по обязательному социальному страхованию и выплате компенсаций при возникновении профессиональных заболеваний и производственных травм.

В перечень социально-экономических мероприятий включают:

- подбор и использование кадров в соответствии с профессией, квалификацией, уровнем образования, возрастом, полом;
- меры по предотвращению приема на работу руководителей, работников, не имеющих специального образования и профессиональной подготовки;
- меры по предотвращению допуска к работе рабочих, не имеющих профессиональной подготовки в объеме требований квалификационных характеристик и практических навыков в выполнении производственных операций;

- меры со стороны руководителей и специалистов по предотвращению допуска к работе или отстранению от работы (ст. 76 ТК РФ) работников, не прошедших обучение и проверку знаний и не имеющих навыков в области охраны труда;
- меры по обеспечению здоровья работников;
- профессиональный отбор по психофизиологическим качествам;
- меры по соблюдению и повышению дисциплины в вопросах охраны труда;
- стимулирование за работу по охране труда;
- пропаганду охраны труда, направленную на формирование сознания, ориентированного на безусловное выполнение норм и правил по охране труда;
- общественные мероприятия, направленные на формирование психологической установки на безопасный труд (смотри, конкурсы, соревнования, совещания, проведение Дней охраны труда);
- разработку и выполнение мероприятий по снижению уровней травматизма и профессиональной заболеваемости;
- выполнение мероприятий социально-экономического характера в рамках коллективного договора (предоставление льгот и компенсаций работникам, которые трудятся во вредных и опасных условиях труда, возмещение работнику ущерба в случае увечья);
- выполнение Правил внутреннего трудового распорядка в части, касающейся вопросов охраны труда;
- финансирование мероприятий по охране труда.

Организационно-технические мероприятия заключаются в организации служб охраны труда, комитетов (комиссий) по охране труда в целях планирования и осуществления работы по охране труда, обеспечения контроля за соблюдением требований охраны труда, организации обучения руководителей и персонала, проведения специальной оценки условий труда, мероприятий по внедрению новейших безопасных технологий, использованию безопасных горных машин, механизмов, приборов контроля, материалов, повышения дисциплины труда и технологической дисциплины.

К основным организационно-техническим мероприятиям относятся:

- контроль за техническим состоянием оборудования, машин, механизмов, инструментов, зданий и сооружений;
- контроль за соблюдением требований нормативных документов по охране труда;
- надзор за оборудованием повышенной опасности;
- организация обучения, проверка знаний по вопросам охраны труда и инструктаж работников предприятия;
- контроль за выполнением технологических процессов в соответствии с требованиями охраны труда;
- организация надлежащих условий проездов и проходов в соответствии с требованиями охраны труда;
- обеспечение работников средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- тщательное расследование каждого несчастного случая, профессионального заболевания с установлением причин;
- проверка производственных процессов, генерирующих наибольшее число производственных рисков на соответствие требованиям нормативно-правовых актов по охране труда;
- проверка организаторской работы руководителей по вопросам обеспечения безопасности технологических процессов на предприятии;
- обеспечение соответствующими знаками безопасности, плакатами;
- разработка и реализация планов организационно-технических мероприятий по снижению травматизма, профессиональной заболеваемости, улучшению условий труда, совершенствованию системы управления охраной труда на предприятии.

Санитарно-гигиенические мероприятия заключаются в проведении работ, направленных на снижение производственных вредностей с целью своевременного предупреждения профессиональных заболеваний, своевременное прохождение медицинских осмотров, соответствие параметров рабочей среды и трудового процесса существующим нормам.

Санитарно-гигиенические мероприятия:

- контроль и обеспечение санитарно-бытовых условий согласно действующим нормам;

- специальная оценка условий труда;
- разработка и реализация мероприятий по оздоровлению условий труда, приведению их в соответствии с нормативными актами по охране труда;
- планирование и реализация мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических условий труда.

Лечебно-профилактические мероприятия включают в себя организацию и проведение первичных и периодических медицинских осмотров, организацию лечебно-профилактического питания и т. д.

В перечень лечебно-профилактических мероприятий рекомендуется включать:

- предупреждение профессиональных заболеваний горняков;
- предупреждение неблагоприятного воздействия пыли, шума, вибрации, микроклимата, тяжести, напряженности и других факторов и проведение лечебно-профилактических мероприятий при угрозе и/или проявлении патологических изменений в организме;
- проведение первичных и периодических медицинских осмотров работников;
- диспансеризацию работников группы «риска», включая периодические медицинские осмотры и профилактическое лечение в здравпункте, санатории-профилактории, санатории, стационаре в зависимости от группы диспансерного учета;
- проведение медико-биологических мероприятий (водные процедуры, ультрафиолетовое излучение, витаминпрофилактику, массаж, физиотерапевтические процедуры, психоэмоциональную разгрузку);
- оказание медицинской помощи пострадавшим от несчастных случаев на производстве;
- контроль за здоровьем работающих в течение их трудовой деятельности;
- лечебно-профилактическое питание работников, которые работают во вредных и опасных условиях труда;
- соблюдение охраны труда женщин, несовершеннолетних и инвалидов;

– возмещение пострадавшему работнику расходов на лечение, протезирование, приобретение транспортных средств и другие виды медицинской помощи.

Реабилитационные мероприятия подразумевают обязанность работодателя перевести работника на более легкую работу в соответствии с медицинскими показаниями, лечение, медицинскую и профессиональную реабилитацию и т. д. (т. е. деятельность, сконцентрированная на восстановлении здоровья работника, сниженного в результате развития профессионального заболевания или несчастного случая, произошедшего на производстве). Реабилитационные мероприятия можно подразделить на медицинские, профессиональные и социальные, решаемые Фондом социального страхования и предприятием.

К иным мероприятиям по охране труда относят научные мероприятия, информационное обеспечение и др.

Научные мероприятия включают:

- прогнозирование социально-экономических последствий несчастных случаев и аварий;
- моделирование аварийных ситуаций и разработку мероприятий по их предотвращению;
- разработку планов локализации и ликвидации аварий;
- оценку эффективности управления охраной труда на горном предприятии;
- подготовку научно обоснованных технических решений, направленных на повышение безопасности и улучшение условий труда на горном предприятии.

Информационное обеспечение – это информационная поддержка при проведении правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья работников горного предприятия.

Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 01.03.2012 № 181н (с изм. Приказ Минтруда России от 20.02.2014 № 103н; Приказ Минтруда России от 16.06.2014 № 375н) утвержден Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессио-

нальных рисков. Работодатели с учетом специфики деятельности предприятий из Типового перечня мероприятий по охране труда могут выбирать конкретные мероприятия для формирования корпоративных мероприятий по оздоровлению условий труда.

В частности, Типовой перечень предусматривает:

- проведение специальной оценки условий труда, оценки уровней профессиональных рисков;

- реализацию мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам проведения специальной оценки условий труда и оценки уровней профессиональных рисков;

- внедрение систем (устройств) автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами;

- приобретение и монтаж средств сигнализации о нарушении нормального функционирования производственного оборудования, средств аварийной остановки, а также устройств, позволяющих исключить возникновение опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении;

- устройство ограждений элементов производственного оборудования от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов;

- устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;

- нанесение на производственное оборудование, органы управления и контроля, элементы конструкций, коммуникаций и на другие объекты сигнальных цветов и знаков безопасности;

- внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;

- внедрение и (или) модернизация технических устройств, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током;

– установку предохранительных, защитных и сигнализирующих устройств (приспособлений) в целях обеспечения безопасной эксплуатации и аварийной защиты паровых, водяных, газовых, кислотных, щелочных и других производственных коммуникаций, оборудования и сооружений;

– модернизацию оборудования, а также технологических процессов на рабочих местах с целью снижения до допустимых уровней содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (пыль, газы), механических колебаний (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук) и излучений (ионизирующего, электромагнитного, лазерного, ультрафиолетового) и т. д.

Главной целью разработки и планирования системы мероприятий по охране труда является своевременное обнаружение факторов, опасных для здоровья работников, а также уменьшение профессионального риска.

Разработка мероприятий по охране труда ведется группой главных специалистов предприятия, с участием руководителей структурных подразделений, представителей работников, профсоюза. Ответственным за формирование плана мероприятий по охране труда назначается руководитель службы охраны труда (специалист по охране труда), утверждает окончательный документ руководитель предприятия.

12.2. Основные направления государственной политики в области охраны труда

Статья 210 Трудового кодекса устанавливает, что основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

– обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;

– принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации в области охраны труда, а также федеральных целевых, ведомственных целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;

– государственное управление охраной труда;

- государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда;
- государственная экспертиза условий труда;
- установление порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и порядка подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;
- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;
- распространение передового отечественного и зарубежного опыта работы по улучшению условий и охраны труда;
- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
- подготовка специалистов по охране труда и повышение их квалификации;
- организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
- обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда;
- проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внед-

рение безопасных техники и технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

– установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Реализация основных направлений государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединений работодателей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов по вопросам охраны труда.

12.3. Государственное управление охраной труда

Государственное управление охраной труда осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в пределах их полномочий. Отдельные полномочия по государственному управлению охраной труда могут быть переданы органам местного самоуправления в порядке и на условиях, которые определяются федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации.

В целях государственного управления охраной труда органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда:

– обеспечивают реализацию на территории субъекта Российской Федерации государственной политики в области охраны труда и федеральных целевых программ улучшения условий и охраны труда;

– разрабатывают и утверждают территориальные целевые программы улучшения условий и охраны труда и обеспечивают контроль за их выполнением;

– организуют проведение на территории субъекта Российской Федерации в установленном порядке обучения по охране труда работников, в том числе руководителей организаций, а

также работодателей – индивидуальных предпринимателей, проверки знания ими требований охраны труда, а также оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте;

- осуществляют на территории субъекта Российской Федерации в установленном порядке государственную экспертизу условий труда, организуют проведение аттестации рабочих мест по условиям труда и проведение подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;

- организуют сбор и обработку информации о состоянии условий и охраны труда у работодателей, осуществляющих деятельность на территории субъекта Российской Федерации;

- исполняют иные полномочия в сфере государственного управления охраной труда, не отнесенные к полномочиям федеральных органов исполнительной власти, в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

12.4. Государственный контроль и надзор за охраной труда

Государственный надзор и контроль – осуществление действий по контролю и надзору за исполнением органами государственной власти, органами местного самоуправления, их должностными лицами, юридическими лицами и гражданами установленных Конституцией Российской Федерации, федеральными законами и другими нормативными правовыми актами общеобязательных правил поведения.

Правовой основой государственного контроля и надзора за соблюдением требований охраны труда является Трудовой кодекс Российской Федерации.

В ст. 210 Трудового кодекса Российской Федерации указаны основные направления государственной политики в области охраны труда, в том числе:

- государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда;
- государственная экспертиза условий труда.

Система и структура федеральных органов исполнительной власти, на которые возложены функции управления охраной труда, надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда, определены Указами Президента РФ от 09.03.2004 № 314 (в ред. Указа от 12.04.2019).

Государственный надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства и требований охраны труда осуществляет Федеральная служба по труду и занятости, а в субъектах Федерации – ее территориальные органы.

Федеральная служба по труду и занятости находится в ведении Министерства труда и социальной защиты РФ. В постановлении Правительства РФ от 30.06.2004 № 324 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по труду и занятости» (с изм. от 21.02.2018) определено, что Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере труда, занятости и альтернативной гражданской службы, специальной оценки условий труда и социальной защиты населения. Федеральная служба по труду и занятости осуществляет (в ряду других) государственный надзор и контроль за соблюдением работодателями трудового законодательства.

Государственный надзор за точным и единообразным исполнением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляют Генеральный прокурор Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законом.

12.5. Методы анализа производственного травматизма и профессиональных заболеваний

Анализ несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний является одним из основных путей снижения уровня травматизма и профессиональной заболеваемости.

Несчастный случай на производстве – это случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работ (ГОСТ 12.0002–80 «ССБТ. Термины и определения»).

Анализ травматизма на предприятиях проводится по актам расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний, листкам временной нетрудоспособности.

Причины травматизма и профессиональных заболеваний принято условно подразделять на организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические.

Организационные причины травматизма и профессиональных заболеваний полностью зависят от уровня организации труда на предприятии – отсутствие или неудовлетворительное проведение обучения и инструктажа работников, отсутствие паспорта или проекта производства работ, а также их невыполнение, несоблюдение режима труда и отдыха, неправильная организация рабочего места, отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы средств индивидуальной защиты, неудовлетворительный надзор за безопасностью производства работ.

К техническим причинам травматизма и профессиональных заболеваний относят: конструктивные недостатки машин, оборудования, инструментов и приспособлений; несовершенство технологических процессов, средств защиты и сигнализации, блокировок.

Санитарно-гигиенические причины связаны, прежде всего, с повышенными уровнями шума, вибрации, промышленной пыли, концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, наличием вредных излучений, недостаточным или неправильным освещением, неблагоприятными метеорологическими условиями труда и др.

Психофизиологические причины обусловлены физическими и нервно-психическими перегрузками, нервно-эмоциональным перенапряжением, несоответствием условий труда анатомо-физическим особенностям работников, неудовлетворительным психологическим климатом в коллективе и т. п.

Применение эффективных методов предупреждения производственного травматизма и профессиональных заболеваний имеет важное социальное значение. Для того чтобы понять, какие методы являются наиболее эффективными и целесообразными для конкретного предприятия, необходимо произвести всесторонний комплексный анализ несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний как в количественном отноше-

нии (показатели частоты и тяжести), так и в качественном (с классификацией по характеру реальных причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве).

Выявить все действовавшие факторы и причины, найти их взаимосвязь, роль и место в процессе образования опасной производственной ситуации – это задача анализа каждого несчастного случая или случая профессионального заболевания. Отсутствие ясного представления о влиянии различных факторов на формирование опасных условий труда на производстве, как на стадии разработки технологии, так и в самом технологическом процессе, а также недостаточный учет действия некоторых факторов производственной среды приводят к возникновению опасных условий. При разработке новой техники не всегда учитываются в полной мере реальные условия производства, что может быть причиной профессионального заболевания (отравления) или травмирования работников. Поэтому при анализе причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний следует учитывать весь комплекс факторов, приводящих к возникновению опасных и аварийных ситуаций на производстве, а также их взаимосвязь.

Основными задачами анализа производственного травматизма являются: выявление причин и повторяемости несчастных случаев; установление наиболее опасных видов работ; установление наиболее опасных точек производства и др.

Анализ производственного травматизма проводится различными методами, взаимно дополняющими друг друга.

При анализе причин, приведших к несчастному случаю на производстве, применяются следующие основные методы: статистический; монографический; технический; эргономический; экономический; психологический; метод наблюдения и моделирования и т. п.

Статистический метод основан на анализе статистического материала, накопленного за несколько лет по предприятию, отрасли, территории. Разновидностями статистического метода являются групповой и топографический методы.

При групповом методе травмы группируются по однородным признакам: времени травмирования; полу; возрасту; специальности и квалификации пострадавших; видам выполнения ра-

бот; причинам несчастных случаев, дню месяца и недели, а также другим факторам.

При групповом методе анализа несчастных случаев, для более глубокого изучения факторов производственного травматизма, применяют комплексный метод группового анализа. В этих целях проводят расчеты, эксперименты, инструментальные замеры, наблюдения, анкетирования и т. п. Изучаются конкретные причины и условия, под действием которых каждый объект анализа приобретает опасные свойства, анализируется конструкция машин, механизмов, их риски. Такой анализ позволяет выработать более конкретные предложения по совершенствованию безопасности конструкций горных машин, механизмов.

При топографическом методе все несчастные случаи систематически наносятся условными знаками на план расположения оборудования на горном участке, забое, горной выработке, цехе и т. д. Скопление таких условных знаков на каком-либо технологическом оборудовании (машине, механизме, станке и т. п.) или на рабочем месте характеризует его повышенную травмоопасность и способствует принятию соответствующих профилактических мер.

Уровень производственного травматизма и заболеваемости работников является основным показателем состояния безопасности труда на данном предприятии.

В то же время абсолютное число учтенных несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний не дает возможность судить об уровне и о динамике травматизма и заболеваемости, так как количество работающих на разных предприятиях различно и условия труда могут резко отличаться. Поэтому для правильной оценки уровня травматизма и заболеваемости используются относительные показатели, такие как коэффициент частоты, коэффициент тяжести травматизма, нетрудоспособности и т. д.

При статистическом методе обрабатываются статистические данные по травматизму и вычисляются следующие показатели:

Коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) – число несчастных случаев за определенный отчетный период (квартал, год), приходящихся на тысячу работников. Как правило, коэффициент

частоты травматизма определяется за год и рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ч}} = N \cdot 1000 / C,$$

где N – общее число пострадавших за определенный период времени (количество несчастных случаев); C – среднесписочная численность работников за данный период времени.

Коэффициент частоты не характеризует тяжести травматизма. Исходя из этого возможна такая ситуация, когда на одном предприятии большинство случаев имеет легкий исход, а на другом – все случаи тяжелые. Для этого введен коэффициент тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ – коэффициент, показывающий среднее количество рабочих дней, потерянных каждым пострадавшим за отчетный период времени (квартал, полугодие, год):

$$K_{\text{т}} = Д/Н,$$

где $Д$ – общее количество рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев за отчетный период времени; $Н$ – количество учтенных несчастных случаев на производстве, приведших к потере трудоспособности.

Коэффициент нетрудоспособности $K_{\text{н}}$ (или коэффициент общего травматизма) – коэффициент, учитывающий число рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев, приходящихся на одну тысячу работающих:

$$K_{\text{н}} = Д \cdot 1000 / P,$$

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} K_{\text{т}},$$

где $Д$ – общее количество рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев за отчетный период времени; P – среднесписочное число работающих за отчетный период.

Коэффициент $K_{\text{ис}}$ – коэффициент, определяющий процент несчастных случаев с выходом на инвалидность и со смертельным исходом:

$$K_{ис} = T \cdot 1000 / N,$$

где T – количество несчастных случаев с выходом на инвалидность и со смертельным исходом; N – общее число пострадавших на производстве.

Коэффициент $K_{п}$ отражает количество пострадавших на 1000 работающих:

$$K_{п} = П \cdot 1000 / С,$$

где $П$ – количество пострадавших на производстве; $С$ – средне-списочная численность работающих за этот период времени.

В то же время статистический метод и его разновидности не исследуют и не учитывают производственные условия, при которых произошли несчастные случаи и поэтому не могут дать ответ на многие вопросы, необходимые для разработки и осуществления профилактических мероприятий.

Монографический метод анализа травматизма заключается в углубленном изучении объема обследования в совокупности со всей производственной обстановкой. Изучению подвергаются технологические и трудовые процессы, оборудование, применяемые машины и механизмы, приспособления и инструменты, средства коллективной и индивидуальной защиты. Особое внимание уделяется изучению режимов труда и отдыха работников, ритмичности работы предприятия (бригады, участка, цеха, производства). При этом выявляются скрытые опасные и вредные производственные факторы, которые могут привести к несчастным случаям. Этот метод применим не только для анализа уже происшедших несчастных случаев, но и для выявления потенциальных опасностей на изучаемом участке. Кроме того, данный метод можно использовать и для разработки мероприятий по охране труда для вновь проектируемых и реконструируемых производств. Монографический метод анализа является средством выявления потенциальных или имевших место причин несчастных случаев.

Основной задачей монографического метода при анализе отдельного случая травмирования является определение во взаимосвязи факторов, повлиявших на формирование опасной ситуа-

ции и выявление на этой основе технических и организационных причин несчастного случая. При монографическом методе необходимо учитывать системный подход, который заключается в том, что несчастный случай рассматривается как система, элементы которой – взаимосвязанные условия, обстоятельства и причины анализируемого события.

Для оценки экономических показателей травматизма и профессиональных заболеваний используется экономический метод, при котором оцениваются экономические показатели (убытки) заболеваемости и травматизма.

При этом необходимо учитывать потери каждого предприятия и потери общегосударственного значения. Потери предприятия складываются из затрат на оплату листов нетрудоспособности, возмещения ущерба пострадавшим, расходов на обучение вновь принятых работников взамен выбывшим, стоимость испорченного оборудования, инструмента, приспособлений и материалов. Потери общегосударственного значения составляют затраты на выплату пенсий инвалидам и обеспечение семей работников, погибших на производстве, расходы на проведение реабилитации и восстановление здоровья работников, пострадавших на производстве.

Общие потери предприятия и государства от несчастных случаев на производстве определяются по формуле

$$\mathcal{E}_г = P_{пр} + P_{др} + Н,$$

где $P_{пр}$ – расходы предприятия, связанные с несчастными случаями (стоимость оборудования, машин, механизмов, сырья, материалов, заработная плата и др.); $P_{др}$ – расходы других учреждений, связанные с несчастными случаями (путевки на оздоровление, пенсии и др.); $Н$ – недополученные государством налоги.

При анализе можно использовать экономический коэффициент травматизма, который определяет затраты как на один несчастный случай, а также на одну тысячу работающих:

$$K_э = M/Н,$$

$$K_9 = M \cdot 1000 / P,$$

где М – материальные затраты, понесенные работодателем в результате несчастного случая, за отчетный период; Н – количество учтенных несчастных случаев, приведших к потере трудоспособности; Р – среднесписочное число работающих за отчетный период.

Применение различных методов анализа позволяет наиболее полно выявить причины травматизма и заболеваемости для конкретного предприятия, определенного вида технологических операций или производства в целом, что способствует принятию наиболее эффективных мер для снижения уровня травматизма и профессиональной заболеваемости.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия – охрана труда.
2. Назовите основные законодательные акты, устанавливающие требования по охране труда в РФ.
3. Назовите основные направления государственной политики в области охраны труда.
4. Как осуществляется государственный контроль и надзор за охраной труда?
5. Назовите методы анализа производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Список рекомендуемой литературы

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков и др.; под общ. ред. С. В. Белова. – 8-е изд., стер. – Москва : Высш. шк., 2008. – 616 с.: ил.

2. Маринченко, А. В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2007. – 360.

3. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): учеб. пособие для вузов / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев и др. – 4-е изд., перераб. – Москва : Высш. шк., 2007. – 335 с.: ил.

4. Феоктистова, Т. Г. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие / Т. Г. Феоктистова, О. Г. Феоктистова, Т. В. Наумова. – Москва: ИНФРА-М, 2013. – 382 с.

5. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак; под ред. О. Н. Русака. – 15-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 696 с.: ил.

Оглавление

	Предисловие	4
	Введение	5
1.	Среда обитания человека. Неблагоприятные факторы производственной и бытовой среды	8
	Контрольные вопросы	16
2.	Основы теории безопасности	16
	Контрольные вопросы	24
3.	Методы, принципы и средства обеспечения безопасности деятельности	25
3.1.	Принципы обеспечения безопасности деятельности	25
3.1.1.	Ориентирующие принципы	26
3.1.2.	Технические принципы	29
3.1.3.	Организационные принципы	34
3.1.4.	Управленческие принципы	36
3.2.	Методы обеспечения безопасности	37
3.3.	Средства обеспечения безопасности деятельности	38
	Контрольные вопросы	38
4.	Опасные и вредные факторы производственной среды. Вредные и опасные вещества	39
4.1.	Классификация опасных и вредных факторов производственной среды	39
4.2.	Вредные вещества	41
4.2.1.	Механизм действия вредных веществ	42
4.2.2.	Способы и средства борьбы с вредными веществами	50
4.3.	Производственная пыль	52
4.3.1.	Классификация производственной пыли	52
4.3.2.	Физические и химические свойства пыли и их гигиеническая оценка	54
4.3.3.	Механизм и характер действия пыли на организм человека	56
4.3.4.	Профилактика пылевых заболеваний	58
	Контрольные вопросы	60
5.	Вибрация и акустические колебания	60
5.1.	Вибрация	61
5.2.	Акустические колебания	65
5.3.	Методы и средства защиты от шума и вибрации	70

5.4.	Средства коллективной и индивидуальной защиты от шума	74
	Контрольные вопросы	75
6.	Микроклимат производственных помещений	76
6.1.	Параметры микроклимата	77
6.2.	Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека	79
	Контрольные вопросы	83
7.	Производственное освещение	84
7.1.	Основные светотехнические характеристики	87
7.2.	Системы и виды производственного освещения	89
7.3.	Основные требования к производственному освещению	91
7.4.	Нормирование производственного освещения	92
7.5.	Расчет производственного освещения	95
7.6.	Цветовое оформление производственных помещений	97
	Контрольные вопросы	98
8.	Электрический ток	98
8.1.	Действие электрического тока на организм человека	99
8.2.	Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током	104
8.3.	Условия поражения человека электрическим током в трехфазных сетях переменного тока	107
8.3.1.	Характеристика основных систем, используемых в производственных условиях	108
8.3.2.	Основные схемы включения человека в электрическую цепь	109
8.4.	Явления при стекании электрического тока в землю. Напряжение шага	113
8.5.	Основные меры защиты от поражения человека электрическим током	115
8.5.1.	Защита от прямого прикосновения	116
8.5.2.	Защита от косвенного прикосновения	117
	Контрольные вопросы	122
9.	Формы трудовой деятельности. Классификация условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса	123
9.1.	Классификация основных форм деятельности человека	123

9.2.	Энергетические затраты при различных формах деятельности	125
9.3.	Классификация условий трудовой деятельности	126
9.4.	Способы оценки тяжести и напряженности трудовой деятельности	128
9.5.	Работоспособность человека и ее динамика	131
9.6.	Пути повышения эффективности трудовой деятельности	134
	Контрольные вопросы	135
10.	Пожарная безопасность	135
10.1.	Классификация процессов горения, показатели горючести веществ	135
10.2.	Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности	138
10.3.	Классификация взрыво- и пожароопасных зон	141
10.4.	Принцип выбора средств тушения пожаров	144
10.5.	Способы оповещения о пожаре	146
	Контрольные вопросы	148
11.	Чрезвычайные ситуации	148
11.1.	Природные чрезвычайные ситуации	150
11.2.	Чрезвычайные ситуации техногенного характера	152
11.3.	Чрезвычайные ситуации химического характера	153
11.4.	Чрезвычайные ситуации военного времени. Современные средства поражения	156
11.5.	Организация защиты населения и территории в чрезвычайных ситуациях	166
11.6.	Организация оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях	170
	Контрольные вопросы	190
12	Управление безопасностью жизнедеятельности	190
12.1.	Охрана труда	191
12.2.	Основные направления государственной политики в области охраны труда	198
12.3.	Государственное управление охраной труда	199
12.4.	Государственный контроль и надзор за охраной труда	201
12.5.	Методы анализа производственного травматизма и профессиональных заболеваний	202
	Контрольные вопросы	208
	Список рекомендуемой литературы	209

Составитель
Александр Александрович Галлер

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 21.09.2020. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman»
Уч.-изд. л. 13,3. Тираж 100 экз. Заказ
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Издательский центр УИП Кузбасского государственного технического
университета имени Т. Ф. Горбачева, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а