

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(Технический университет)

Кафедра обеспечения жизнедеятельности и охраны труда

Ивачев Ю.Ю.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие для студентов заочной формы обучения

Санкт-Петербург

2007

УДК 502.3

Ивачев Ю.Ю. Безопасность жизнедеятельности /учебное пособие.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007.- 95 с.

В учебном пособии представлены основы знаний по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», три контрольных работы, состоящих из расчетных заданий. Учебное пособие предназначено для студентов заочной формы обучения всех специальностей. Для специальности 280202 «Инженерная защита окружающей среды» представлены темы курсовых работ, выполняемых студентами в 5 семестре.

Библиогр. 9 назв.

Рецензент: В.В. Самонин, доктор химических наук, профессор, декан факультета защиты окружающей среды СПбГТИ(ТУ)

Утверждены на заседании учебно - методической комиссии факультета защиты окружающей среды

Рекомендованы к изданию РИСо СПбГТИ (ТУ)

Введение

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) — наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека с техносферой.

Таким образом, БЖД изучает опасности, угрожающие человеку (природе), закономерности их проявления и способы защиты от них. Предметом науки о безопасности жизнедеятельности человека являются естественные, техногенные и антропогенные опасности, действующие в техносфере, и средства защиты человека от них.

Цель БЖД как науки — сохранение здоровья и жизни человека в техносфере, защитой его от опасностей техногенного, антропогенного, естественного происхождения и созданием комфортных условий жизнедеятельности.

Задачи БЖД сводятся к теоретическому анализу и разработке методов идентификации опасных и вредных факторов, генерируемых элементами среды обитания. В круг научных задач также входят: комплексная оценка многофакторного влияния негативных условий обитания на работоспособность и здоровье человека; оптимизация условий деятельности и отдыха; реализация новых методов защиты; моделирование чрезвычайных ситуаций и др. Круг практических задач прежде всего обусловлен выбором принципов защиты, разработкой и рациональным использованием средств защиты человека и природной среды(биосферы) от негативного воздействия техногенных источников и стихийных явлений, а также средств, обеспечивающих комфортное состояние среды жизнедеятельности.

БЖД состоит из четырех разделов:

- теоретические основы БЖД;
- БЖД в условиях производства (охрана труда);
- природные аспекты БЖД (защита окружающей среды);
- БЖД в условиях чрезвычайных ситуаций.

1. Человек и среда обитания. Техносфера.

В процессе жизнедеятельности человек и среда постоянно взаимодействуют друг с другом, образуя систему «человек — среда обитания». Основная мотивация человека в его взаимодействии со средой обитания направлена на решение, как минимум, двух основных задач:

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

В системе «человек — среда обитания» происходит непрерывный обмен потоками вещества, энергии и информации.

Потоки масс, энергий и информации распределяясь в земном пространстве, образуют среду обитания для живой природы – человека, фауны, флоры. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда эти потоки находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или среду.

Результат воздействия потока на объект зависит от свойств и параметров потока, а также от свойств объекта. Изменяя величину любого потока, от минимально значимой до максимально возможной, можно отметить ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек – среда обитания», а именно:

комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и как следствие продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;

допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;

опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации природной среды;

чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в природной среде.

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) — недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды.

1.2. Техносфера

Техносфера — регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств для наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям

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., преобразующая роль человека в развитии среды обитания стала существенно возрастать.

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

- рост потребления и концентрация энергетических ресурсов;
- интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства;
- массовое использование средств транспорта;
- рост затрат на военные цели и техногенные катастрофы. До середины XX в. человек не обладал способностью инициировать крупномасштабные аварии и катастрофы и тем самым вызывать необратимые экологические изменения регионального и глобального масштаба, соизмеримые со стихийными бедствиями. Появление ядерных объектов, высокая концентрация прежде всего химических веществ и рост их производства сделали человека способным оказывать разрушительное воздействие на экосистемы.

1.3. Закон Шелфорда

Экспериментальные работы по определению границы меры влияния количественных изменений параметров окружающей среды на живые организмы провёл в начале XX века американец В. Шелфорд. Он пришёл к заключению о том, что между состоянием организма и интенсивностью воздействующего фактора имеется зависимость, наглядно представленная на рисунке

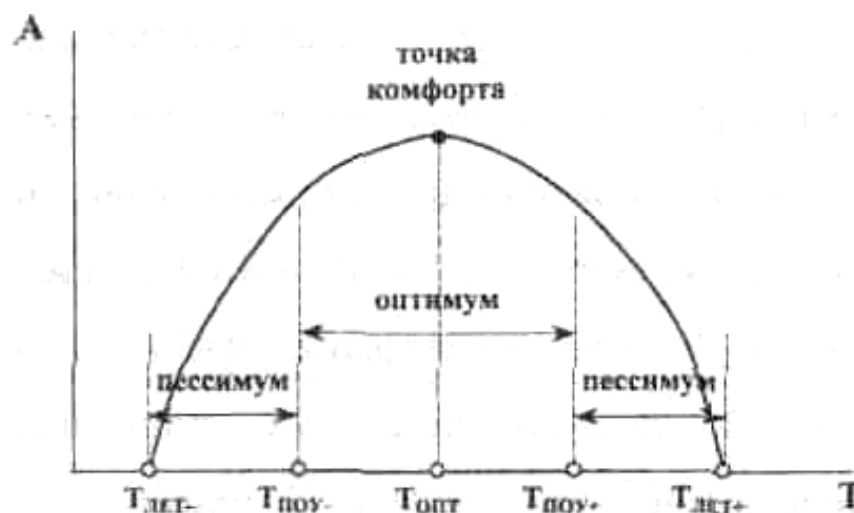


Рис. 1.1. Классическая кривая Шелфорда, отражающая зависимость жизненной активности A от интенсивности воздействующего фактора (температуры) T с точками комфорта ($T_{\text{опт}}$) предела оптимума устойчивости ($T_{\text{поу}}$) и летальности ($T_{\text{лет}}$).

Оптимум устойчивости - это непрерывный спектр значений жизненного потенциала, соответствующий диапазону величин собственных значений воздействующего фактора, при котором в организме сохраняется обратимость процессов, вызванных этим воздействием.

Область пессимума - это набор спектров значений жизненного потенциала, соответствующий диапазону собственных значений воздействующего фактора, при котором в организме возникают необратимые изменения, вызванные этим фактором, и которые могут быть зарегистрированы современными методами.

1.4. Концепция БЖД.

Анализируя процесс взаимодействия можно прийти к выводу о том, что качественная составляющая понятия «жизненная активность» — это способность организма сохранять свою качественную определенность в условиях внешнего воздействия или, другими словами, — способность системы противостоять внешнему воздействию, сохраняя эту качественную определенность тождественной систем.

Ранее считалось, что для достижения абсолютной безопасности необходимо лишь знать причины ее возникновения и способы ее устранения. Однако, существуют следующие возражения, продиктованные самой жизнью:

- 1 – добиться абсолютной надежности оказывалось невозможно, ибо всегда существовала опасность несрабатывания систем объекта;
- 2 – не все зависит от характеристик самого объекта, объект может подвергаться внешнему воздействию;
- 3 – человек, включаемый в систему управления сложным объектом, не мог работать безошибочно.

По мере анализа и сопоставления аварий в различных сферах идея абсолютной безопасности трансформировалась в идею предвидения опасного раз-

вития событий. Постепенно сложилось понимание того, что абсолютная безопасность не может быть гарантирована ни в одном виде человеческой деятельности. Принцип «приемлемого риска» приводит к пониманию идеи потенциально опасности как следствия случайного характера взаимодействия в материальном мире, которая и является первой концептуальной идеей, исходя из которой, может быть построена общая теория БЖД. Жизнедеятельность человека потенциально опасна.

Все действия человека и все компоненты среды обитания, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводят к возникновению новых негативных факторов.

Понимание того, что явления, описываемые понятиями «опасность» - «безопасность» возникают в процессе взаимодействия материальных систем, является вторым концептуальным положением, разработка которого позволяет создать теоретические основы БЖД.

Вся суть теории приемлемого риска состоит в том, что аварии объективно неизбежны, а наши знания и понимание существа происходящих процессов позволяют только вмешаться в причинно-следственную цепь, чтобы уменьшить вероятность неизбежности аварии. Отсюда вытекает третья концептуальная идея, состоящая в том, что человек может сознательно воздействовать на системы – элементы причинно-следственных цепей, изменяя вероятность определенного события.

1.5. Производственная безопасность. Риск.

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. В настоящее время перечень реально действующих техногенных и антропогенных негативных факторов значителен и насчитывает более 100 видов.

Опасность – это негативное свойство живой и неживой природы, способное причинять ущерб самой материи, людям, природной среде, материальным ценностям.

Вредность – это количественная характеристика абсолютной величины изменения жизненного потенциала организма по отношению к оптимальному его значению для данного организма.

Безопасность – это динамически устойчивое состояние по отношению к неблагоприятным воздействиям.

Количественным выражением той или иной опасности является риск.

Риск — количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека, т. е. число смертных случаев, число случаев заболевания, число случаев временной и стойкой нетрудоспособности (инвалидности), вызванных действием на человека кон-

кретной опасности, отнесенных на определенное количество жителей (работников) за конкретный период времени.

Опасности могут быть реализованы в форме травм или заболеваний только в том случае, если зона формирования опасностей (ноксосфера) пересекается с зоной деятельности человека (гомосфера). В производственных условиях — это рабочая зона и источник опасности (один из элементов производственной среды)

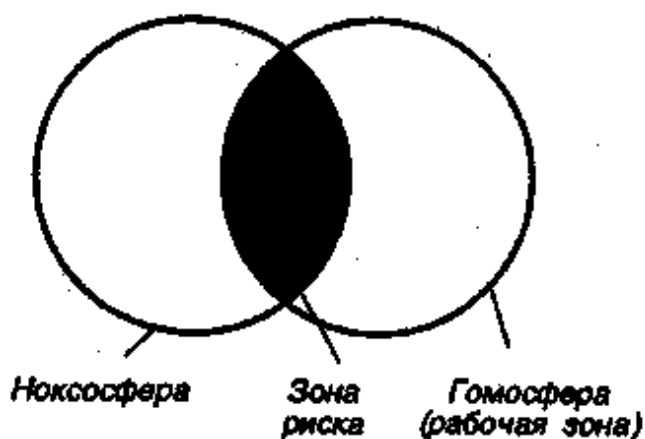


Рис. 12. Формирование области действия опасности на человека в производственных условиях для физических (энергетических), травмоопасных (опасных) и вредных производственных факторов

Использование риска в качестве единого индекса вреда при оценке действия различных негативных факторов на человека начинает в настоящее время применяться для обоснованного сравнения безопасности различных отраслей экономики и типов работ, аргументации социальных преимуществ и льгот для определенной категории лиц.

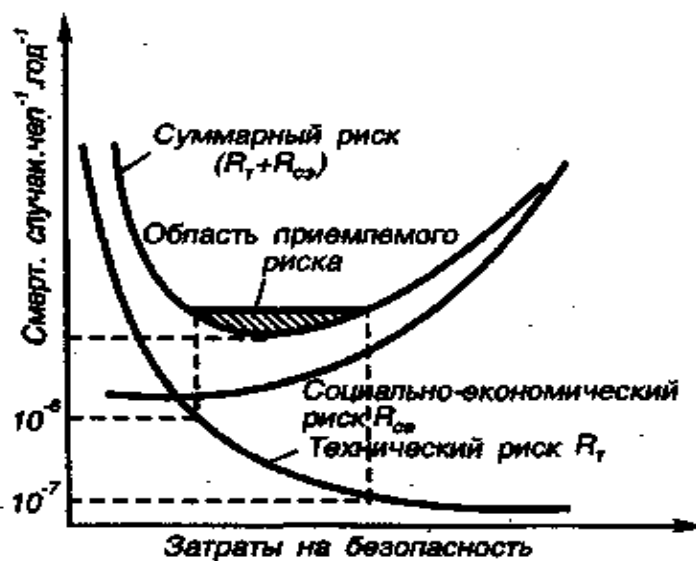


Рис. 1.3. Определение приемлемого риска

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от 10^{-7} - 10^{-6} (смертельных случаев чел/год), а величина 10^{-6} является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной безопасности и радиационной безопасности.

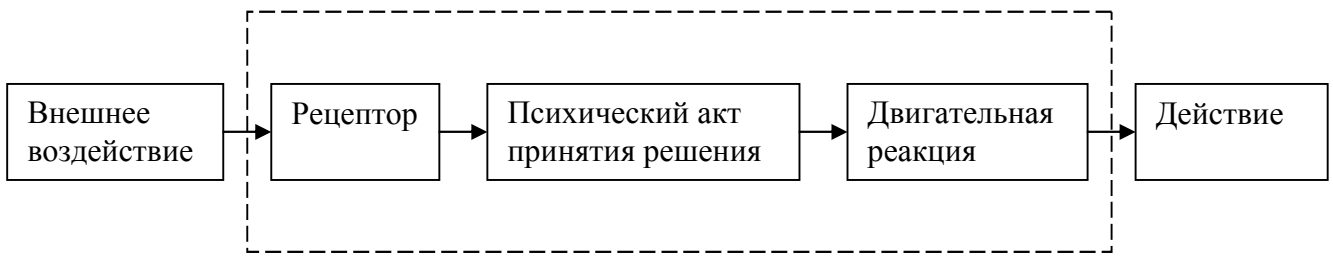
1.6. Человек как субъект безопасности.

Значительная доля опасностей реализуется под воздействием самого человека. Так 45 % аварий на атомных станциях, 60 % авиакатастроф, 80 % катастроф на море и 90 % автокатастроф происходит по вине человека. Специальными исследованиями установлено, что оператор, даже находящийся в оптимальных условиях работы и рабочей обстановки, совершает 1-2 ошибки на каждые 100 операций, поэтому неверно рассматривать ошибочные действия только как результат нервно-психической перегрузки.

Итак, человек является звеном в бесконечных причинно-следственных цепях. Человек передает внешнее воздействие физически или психически. Под первым понимаются механические, химические и биологические воздействия как материальный объект. Под вторым – случай, когда между воздействием и ответной реакцией появляется промежуточная стадия, которую называют стадией принятия решения, или рефлекторной дугой.

Таким образом, рефлекторная дуга представляет собой цепь процессов, связанных с прохождением нервного возбуждения, вызванного разбалансом внешней среды, от рецептора по проводящим путям в мозг, который принимает решение, и далее к исполнительному органу, в том числе и речевому.

Схематическое изображение рефлекторной дуги



Процессы восприятия внешних раздражителей, их психической переработки в информацию и реакции психики на эту информацию имеют случайный разброс относительно того, что считается правильным (нормальным). Еще большую неопределенность в процесс принятия решения вносит непосредственно процесс мышления. Следствием этого является потенциальная опасность деятельности, а точнее потенциальная опасность человека как фактора, тем более опасного, чем более энергонасыщена система «человек-техносфера».

Контрольные вопросы

1. Что такое БЖД? Какие ее основные задачи?
2. Что такое Техносфера? Причины ее возникновения?
3. Связь между какими понятиями определяет закон Шелфорда?
4. Назовите три концептуальных положения БЖД.
5. Что такое риск? От чего зависит его величина?
6. Расскажите о рефлекторной дуге.

2. Управление БЖД. Охрана труда.



2.1. Схема управления БЖД

Охрана труда - система законодательных актов, социально экономических, организационных, технических, лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда. Задачей ОТ является сведение к минимальной вероятности нарушения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда и высоком качестве выпускаемой продукции.

Курс ОТ состоит из трех частей :

- техника безопасности (ТБ);
- производственная санитария (ПС);
- законодательство по ОТ.

Техника безопасности – система организационных технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Производственная санитария – система организационных, гигиенических и санитарно - технических мероприятий и средств , предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Трудовое законодательство – совокупность норм и правил, направленных на создание безопасных и здоровых условий труда; регулирует трудовые отношения на промышленных предприятиях между администрацией, рабочими и служащими.

2.1. Отдел охраны труда на предприятии.

Работодателю рекомендуется организовывать для работников службы ОТ повышение квалификации не реже одного раза в 5 лет.

Структуру и численность службы ОТ предприятия необходимо определять в соответствии с межотраслевыми нормативами численности работников службы ОТ на предприятии, утвержденными Министерством труда РФ.

Если на предприятии получается менее 1 чел. по ОТ, работодатель может приказом по предприятию возложить обязанности инженера по ОТ на специалиста (с его согласия и после соответствующего обучения) или пригласить на договорной основе специалиста соответствующей квалификации.

Обязанности отдела ОТ:

- контроль за соблюдением руководителями цехов и других участков действующих законодательств, норм и правил по ОТ;
- организация и проведение вводных инструктажей по ОТ рабочих и ИТР, контроль за проведением инструктажа на рабочих местах;
- контроль за обучением рабочих правилам ОТ для участков с повышенной опасностью ;
- участие в рассмотрении аварий и несчастных случаев, составление отчетов об авариях и несчастных случаях;
- участие в рассмотрении проектов реконструкции производства;
- внедрение стандартов безопасности труда и другой научно - технической информации по ОТ.

Права отдела ОТ:

- давать ответственным руководителям подразделений обязательные для исполнения предписания об устранении выявленных нарушений, которые могут быть отменены только руководителем предприятия;
- запрещать эксплуатацию оборудования и производство работ на отдельных участках, если это угрожает жизни и здоровью работающих;
- запрашивать и получать от подразделений предприятия материалы по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от лиц, допустивших нарушение правил и норм охраны труда и инструкций по безопасности труда;
- требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, не имеющих допуска к выполнению данной работы или грубо нарушающих правила и нормы охраны труда и инструкции по безопасности труда. Эти требования являются обязательными для исполнения;

Государство осуществляет контроль за состоянием данной сферы. По указу Президента при Министерстве труда организована Роструд-инспекция. Инспектора госнадзора могут посещать предприятия в любое время суток, давать предписания, штрафовать, останавливать неисправное оборудование и т.д. В свое время этим занимались профсоюзы, но они не смогли обеспечить достаточный уровень контроля.

Работники предприятия проходят периодический контроль знаний по охране труда. Проверка знаний по ОТ руководителей и специалистов проводится

периодически не реже 1 раза в три года, а поступивших на работу - не позднее 1 месяца после назначения на должность.

Ответственность за организацию обучения и проверки знаний по ОТ на предприятии возлагается на его руководителя.

Руководители и специалисты (директора, гл. инженеры, начальники служб ОТ и др.) проходят проверку знаний по ОТ в комиссиях вышестоящих организаций (если они имеются) или в комиссиях учебных заведений, имеющих разрешение на проведение обучения и проверки знаний по ОТ, или в областной комиссии по организации обучения и проверке знаний по ОТ.

Для должностных лиц, допускающих нарушение законодательств о труде, норм и правил по ОТ, предусматриваются различные виды ответственности: дисциплинарная, административная, материальная, уголовная.

Дисциплинарная ответственность заключается в наложении взысканий на виновных вплоть до смещения с должности. Дисциплинарное взыскание накладывается администрацией предприятия.

Административная ответственность заключается в наложении штрафов на должностных лиц, ответственных за выполнение законов, норм и правил по ОТ. Вопрос об административном взыскании (штрафе) решается органами, осуществляющими государственный надзор по охране труда.

За нарушение трудового законодательства государственный инспектор имеет право привлекать к административной ответственности до 50 минимальных окладов. При наличии несчастных случаев или других тяжких последствий размер штрафа может быть увеличен судом до 500 минимальных окладов. Виновный может быть наказан лишением свободы.

Материальную ответственность несут предприятия за ущерб, причиненный рабочим и служащим в связи с несчастным случаем или ухудшением здоровья, связанными с их работой и происшедшими либо на территории предприятия, либо вне территории при выполнении ими своих трудовых обязанностей, а также во время следования к месту работы и с работы на транспорте предприятия.

Предприятие возмещает ущерб рабочим и служащим в потере или уменьшении заработка, а также расходы на уход за ним, дополнительное питание, протезирование, курортное лечение и т.д.

2.2. Инструктажи по безопасности труда

Существует несколько видов инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Вводный инструктаж проводится в целях ознакомления с общими правилами ТБ и ПС, основными законами об охране труда и правилами внутреннего распорядка. Его проводит инженер по охране труда по программе, утвержденной главным инженером.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и т.д. Цель - ознакомление с действующими инструкциями по ОТ для данной профессии руководителем участка, показ безопасных приемов работы и т.д.

Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель – восстановить в памяти рабочих правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

Внеплановый инструктаж проводят в случаях изменения технологического процесса, оборудования, приспособлений и т.п.; введения новых инструкций по ОТ; при наличии случаев травматизма в цехе и т.д.

Целевой инструктаж проводят с работниками перед началом работ, на которые оформляется наряд - допуск (работа с электроустановками, в колодцах, траншеях; ремонт газопроводов, работа на высоте и т.д.). Все лица, обслуживающие электроустановки, подвергаются проверке знаний с присвоением квалификационной группы по ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей:

- оперативный персонал - 1 раз в год;
- административный - 1 раз в 3 года.

Если работник совмещает дополнительную работу с основной, то должен быть приказ работодателя на проведение первичного инструктажа по совмещаемой работе.

2.3. Расследование несчастных случаев

О каждом несчастном случае (н.с.) на производстве (не групповые н.с., не со смертельным исходом) пострадавший или очевидец должен сообщить непосредственно руководителю, который обязан:

- срочно организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медсанчасть (здравпункт) или другое лечебное учреждение;
- сообщить о случившемся руководителю подразделения;
- сохранить до начала работы комиссии по расследованию обстановку на рабочем месте и состояние оборудования таким, каким они были в момент происшествия (если это не угрожает жизни и здоровью окружающих работников и не приведет к аварии).

Руководитель подразделения, где произошел н.с., обязан немедленно сообщить о случившемся руководителю и председателю профсоюзного комитета предприятия. Каждый н.с. должен быть тщательно расследован комиссией (не менее трех человек), в которую входят: представитель работодателя; профсоюзного органа; инженера по охране труда и др. Результаты расследования оформляются актом по форме Н — 1. Расследование должно быть проведено не позднее трех суток с момента происшедшего н.с.

В акте указываются: дата и время н.с.; место; сведения о пострадавшем; описание обстоятельств н.с.; очевидцы н.с.; причины травм; лица, допустившие

нарушение норм по ОТ; медицинское заключение о диагнозе повреждения здоровья и т.д.

Очень важным пунктом является перечень мероприятий по устранению причин н.с. Акт составляется в двух экземплярах и хранится 45 лет. По окончании срока нетрудоспособности в сообщении о последствии н.с. отмечается число нетрудоспособных дней.

Специальному расследованию подлежат групповые (два и более человек) н.с., а также со смертельным исходом. В этом случае начальник цеха должен сообщить о случившемся руководителю предприятия, который сообщает об этом в государственную инспекцию труда, министерство, прокуратуру района, профсоюзный орган, орган государственного надзора, если н.с. произошел в организации, подконтрольной этому органу.

Расследование проводится комиссией : государственный инспектор по ОТ; представители работодателя, министерства, государственного надзора, профсоюзного органа и др.

Причины травм:

1. Организационные: некачественное обучение; неисправность ИЗП; нарушение режима труда и отдыха; недостатки в организации рабочего места.

2. Технические: конструктивные недостатки машины; несоответствие безопасности; плохое техническое обслуживание; движущиеся неисправные машины.

3. Природные: стихийные бедствия; массовые эпидемии.

4. Психологические: физическое перенапряжение; умственное перенапряжение; эмоциональное перенапряжение.

5. Экономические: стремление к сверхурочной работе; нарушение сроков выдачи заработной платы; нерентабельность работ.

6. Санитарно-гигиенические: повышенный уровень вибрации, шума; недостаточная освещённость; наличие вредных излучений, запылённость; неудовлетворительное содержание бытовых помещений.

Отчетность по производственному травматизму:

Коэффициент тяжести травматизма (ср. продолжительность одной травмы)

$$П_t = \sum Д / P, \text{ где}$$

$\sum Д$ - сумма потерянных рабочих дней в результате несчастных случаев;

P- число несчастных случаев за рассматриваемый период;

Коэффициент частоты травматизма (кол-во травм, приходящихся на 1000 раб.)

$$П_q = P / C * 10^3; \text{ где}$$

C- списочный состав работающих;

Коэффициент нетрудоспособности

$$П_n = П_q * П_t = \sum Д / C * 10^3,$$

Контрольные вопросы

1. Что из себя представляет охрана труда?

2. Приведите определение техники безопасности, производственной санитарии, трудового законодательства.
3. Перечислите права отдела ОТ.
4. Перечислите обязанности работодателя и рабочего по ОТ.
5. Каковы права и обязанности инспекторов государственного надзора?
6. К какой ответственности привлекается администрация при нарушении законов, стандартов, норм и правил по ОТ?
7. Перечислите виды инструктажей по безопасности труда, кто проводит и их содержание.
8. Порядок разработки и содержание инструкций по ОТ.
9. Объясните порядок расследования несчастных случаев.
10. Какие показатели используются для анализа травматизма на производстве?
11. Каковы основные причины травматизма?

3. Виды и формы деятельности

Жизнь урбанизированного человека неразрывно связана со следующими видами деятельности: труд в различных отраслях экономики, пребывание в городской среде, использование средств транспорта, деятельность в быту, активный и пассивный отдых.

Многообразие форм трудовой деятельности человека подразделяют на физический и умственный труд.

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

Умственный труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующей преимущественного напряжения 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:

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

— *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;

— *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;

— *групповые формы труда — конвейер.* 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;

— *формы труда, связанные с дистанционным управлением.* При этих формах труда человек включен в системы управления как необходимое оперативное звено, нагрузка на которое 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;

— *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.

3.1. 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 (рис. 1.1):

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 и/или высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

3.2. Эргономика

Эргономика (от греческого *ergon* – работа и *nomos* – изучение, измерение, организация труда) – научная дисциплина, изучающая функциональные возможности человека в трудовых процессах в целях создания для него оптимальных условий труда, т.е. таких условий, которые, делая труд высокопроизводительным, в то же время обеспечивают человеку комфорт и безопасность труда. Эту науку можно условно подразделить на несколько направлений: главными из них являются психология, гигиена и физиология труда.

Гигиена труда – отрасль медицинской науки, изучающая трудовую деятельность человека и окружающую производственную среду с точки зрения их возможного воздействия на организм и разрабатывающая гигиенические рекомендации для создания благоприятных и здоровых условий труда. Если приводить конкретные примеры, то это, например, выбор цветовой гаммы для оформления помещения. Существуют теплые цвета (красный, оранжевый, желтый); холодные (фиолетовый, голубой, зеленый). Холодные цвета успокаивают; теплые цвета возбуждают. Предметы холодного цвета кажутся более тяжелыми. Темные оттенки производят гнетущее впечатление. Светлые - увеличивают освещенность и улучшают настроение человека. Существуют таблицы, с помощью которых можно выбрать цветовую гамму для окраски интерьеров, соответствующих характеру труда. Правильная эстетика интерьеров в некоторых производствах дает повышение производительности труда до 5 %.

Физиология труда – изучает функциональное состояние организма человека под влиянием его рабочей деятельности и физиологическое обоснование средств организации трудового процесса, способствующих длительному поддержанию работоспособности человека на высшем уровне.

Существенными показателями физиологии труда являются: рациональная компоновка постов управления, удобное размещение на них приборов и оборудования с использованием принципов функциональной организации, значимости, последовательного использования, оптимального расположения, частоты, организация рабочего места. При проектировании рабочего места необходимо учитывать следующее: если при прямой позе сидя, мышечную работу принять равной единице, то при прямой позе стоя, мышечная работа составляет 1,6; при наклонной позе сидя - 4; при наклонной позе стоя - 10.

Психология труда.

Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. Часто причиной травматизма выступают не опасные условия труда, а опасные действия специалиста.

Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно - психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки; недостаточное воспитание производственной дисциплины; допуск к опасным видам работ лиц с повышенным риском травматизма; пребывание людей в состоянии утомления или других психологических состояниях, снижающих надежность (безопасность) деятельности специалиста.

Эффективность работоспособности человека базируется на уровне психического *напряжения*.

Психическое напряжение - физиологическая реакция организма, мобилизующая его ресурсы на выполнение задач производственного процесса. Психическое напряжение стимулирует физические и психические процессы организма человека, повышает его адаптационные способности. Под влиянием психического напряжения изменяются жизненно важные функции организма: обмен веществ, кровообращение, дыхание. В поведении человека наблюдается общая собранность, действия становятся более четкими, повышается скорость двигательных реакций, возрастает физическая работоспособность. При этом обостряются восприятия, ускоряется процесс мышления, улучшается память, повышается концентрация внимания.

Наиболее важным является рассмотрение состояний по **уровню напряжения**, так как именно этот признак наиболее существен с точки зрения влияния состояния на эффективность и безопасность деятельности.

Неблагоприятные факторы, повышающие напряжение, следующие:

1) физиологический дискомфорт, т.е. несоответствие условий обитания нормативным требованиям; 2) биологический страх; 3) дефицит времени на обслуживание; 4) повышенная трудность задачи; 5) повышенная значимость ошибочных действий; 6) наличие релевантных помех; 7) неуспех вследствие объективных обстоятельств; 8) дефицит информации для принятия решений; 9) недогрузка информацией (сенсорная депривация); 10) перегрузка информацией; 11) конфликтные условия, т.е. условия, при которых выполнение одного из них требует осуществления действий, противоречащих выполнению другого условия.

Напряжения могут быть классифицированы в соответствии с теми психическими функциями, которые преимущественно вовлечены в профессиональную деятельность и изменения которых наиболее выражены в неблагоприятных условиях.

Интеллектуальное напряжение — напряжение, вызванное частым обращением к интеллектуальным процессам при формировании плана обслуживания, обусловленное высокой плотностью потока проблемных ситуаций обслуживания.

Сенсорное напряжение — напряжение, вызванное неоптимальными условиями деятельности сенсорных систем и возникающее в случае больших затруднений в восприятии необходимой информации.

Монотония — напряжение, вызванное однообразием выполняемых действий, невозможностью переключения внимания, повышенными требованиями как к концентрации, так и к устойчивости внимания.

Политония — напряжение, вызванное необходимостью переключении внимания, частых и в неожиданных направлениях.

Физическое напряжение — напряжение организма, вызванное повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека.

Эмоциональное напряжение — напряжение, вызванное конфликтными условиями, повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, неожиданностью либо длительным напряжением прочих видов.

Напряжение ожидания — напряжение, вызванное необходимостью поддержания готовности рабочих функций в условиях отсутствия деятельности.

Мотивационное напряжение — напряжение, связанное с борьбой мотивов, с выбором критериев для принятия решения.

Утомление — напряжение, связанное с временным снижением работоспособности, вызванным длительной работой.

Контрольные вопросы

1. Что такое эргономика и как она связана с БЖД?
2. Какие существуют формы труда в современном мире?
3. Чем отличаются допустимые условия труда от вредных?
4. Какие бывают виды напряжений?

4. Обеспечение комфорта и безопасности на производстве.

4.1. Микроклимат.

Воздух производственной среды постоянно подвергается воздействию опасных и вредных производственных факторов, формируемых протекающими в этой среде технологическими процессами. К этим факторам относятся выделения пыли, жидких и газообразных химических веществ, избытков влаги, тепла или холода, перемещение воздушных масс.

Микроклимат - это искусственно создаваемые климатические условия в закрытых помещениях для защиты от неблагоприятных внешних воздействий и создания зоны комфорта.

Терморегуляция может быть: физической; химической.

Химическая терморегуляция организма достигается ослаблением обмена веществ при угрозе перегревания или усилением обмена веществ при охлаждении. Роль химической терморегуляции в тепловом равновесии организма с внешней средой невелика по сравнению с **физической**, которая регулирует отдачу тепла в окружающую среду, излучая инфракрасные лучи с поверхности тела в направлении окружающих предметов с более низкой температурой. Конвекция, испарение пота с поверхности тела, влаги с легких и слизистых оболочек верхних дыхательных путей также ведет к охлаждению тела. В комфортных условиях количество выработанной теплоты равно количеству отданной теплоты за единицу времени, такое состояние называется **тепловым балансом** организма, а при его нарушении возникает **перегрев** или **переохлаждение**.

Перегрев наступает при высокой температуре воздуха, сопровождающейся низкой его подвижностью, высокой относительной влажностью, характеризуется учащением пульса, дыхания, слабостью, повышением температуры тела выше 38°C, затруднением речи и т.п.

Переохлаждение возникает при низких температурах, высокой влажности, большом ветре. Это объясняется тем, что влажный воздух лучше проводит тепло, а подвижность его увеличивает теплоотдачу конвекцией.

Оптимальные параметры микроклимата — такое сочетание температуры, относительной влажности и скорости воздуха, которое при длительном и систематическом воздействии не вызывает отклонений в состоянии человека.

$$t = 22 - 24, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad j = 40 - 60, \text{ } \%, \quad v = 0,2 \text{ м/с}$$

Допустимые параметры микроклимата — такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном воздействии вызывает проходящее и быстро нормализующееся изменение в состоянии работающего.

$$t = 22 - 27, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad j = 75, \text{ } \%, \quad v = 0,2-0,5 \text{ м/с}$$

Раб. зона — пространство над уровнем горизонтальной поверхности, где выполняется работа, высотой 2 метра.

4.2. Вредные вещества.

Вредное вещество — вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Эти вещества могут содержаться в сырье, продуктах, полупродуктах и отходах производства.

Под воздействием вредных веществ, проникающих в организм человека через органы дыхания, пищеварительный тракт или кожный покров в организме могут происходить различные нарушения.

Наибольшую опасность для организма представляет проникновение токсичных веществ через органы дыхания (ингаляционный путь). Это обусловлено тем, что слизистая оболочка дыхательных органов, начиная с полости рта, носа, глотки, обладает большой всасывающей способностью.

Большая часть вредных веществ всасывается через глубокие дыхательные пути — альвеолы легких, поверхность которых составляет около 130 м². Установлено, что около 95% отравлений происходит при проникновении вредных веществ через дыхательную поверхность легких, т. е. ингаляционным путем.

Острые отравления часто происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений техники безопасности, характеризуются кратковременностью действия относительно больших количеств вредных веществ и ярким типичным проявлением непосредственно в момент воздействия или через сравнительно небольшой (обычно несколько часов) скрытый (латентный) период.

Хронические отравления возникают постепенно при длительном воздействии вредных веществ, проникающих в организм в относительно небольших количествах. Они развиваются вследствие накопления вредного вещества в организме (*материальная кумуляция*) или вызываемых им изменений (*функциональная кумуляция*).

По степени воздействия на организм человека ГОСТ 12.1.007— 76 ССБТ подразделяет вредные вещества на четыре класса опасности:

- 1— вещества чрезвычайно опасные; ПДК < 0.1 мг/м³
- 2— вещества высокоопасные; ПДК 0.1- 1.0 мг/ м³
- 3— вещества умеренно опасные; ПДК 1.0 – 10 мг/м³
- 4— вещества малоопасные. ПДК > 10 мг/м³

Класс опасности вредных веществ устанавливается в зависимости от норм и показателей, указанных ниже.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в воздухе рабочей зоны — концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболе-

ваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Метеорологические условия рабочей среды оказывают влияние на терморегуляцию* организма, что в свою очередь влечет за собой изменение восприимчивости организма к вредным веществам. Так, например, увеличение температуры воздуха выше нормы ведет к усиленному потоотделению, ускорению многих биохимических процессов и изменению веществ. Учащение дыхания и усиление кровообращения ведут к увеличению поступления вредных веществ в организм через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых оболочек повышает скорость всасывания токсичных веществ через кожу и дыхательные пути. Высокая температура воздуха увеличивает летучесть многих веществ и повышает их концентрации в воздухе рабочей зоны. Усиление токсического действия при повышенных температурах воздуха отмечено в отношении многих летучих веществ: наркотиков, паров бензина, оксидов азота, паров ртути, оксида углерода, хлорофоса и др.

Влажность воздуха также может увеличивать опасность отравления, в особенности раздражающими газами. Это объясняется усилением процессов гидролиза. Растворение газов и образование тумана кислот и щелочей ведет к усилению раздражающего действия на слизистую оболочку. Кроме того, эти вещества задерживаются в органах дыхания.

4.2.1. Механизм токсического действия производственных вредных веществ на организм человека.

Успехи промышленной токсикологии позволяют объяснить механизм токсического действия производственных вредностей, ответить на вопрос, как и почему последние вызывают поражение или отравление человеческого организма.

Проникая в организм, вредные вещества переносятся кровью во все органы и ткани. Поэтому нарушение процессов обмена в каком-либо одном органе влечет за собой, как правило, нарушение ряда функций организма.

Изменение состава строго определенных веществ, принимающих участие в нормальных процессах обмена здорового человека, не может не сказаться на обмене веществ в каком-либо органе, а следовательно, и на нормальном функционировании всего организма. Именно с этим и связано токсическое действие вредных веществ на организм человека.

Основу всех процессов жизнедеятельности любого организма составляют тысячи химических реакций, протекающих в его клетках с огромными скоростями. Высокие скорости процессов расщепления веществ связаны с тем, что все они носят каталитический характер, причем роль катализаторов играют ферменты, обеспечивающие возможность самой жизни. Ни один процесс в организме не обходится без участия ферментов: так, внутриклеточное дыхание (поглощение кислорода и выделение диоксида углерода) регулируется группой ферментов, называемых оксидазами; в усвоении белков участвуют протеназы, жиров — липазы, углеводов — киназы и фосфа-

тазы и т. д. Всего в организме человека содержится до 1000 различных ферментных систем, катализирующих разнообразные процессы. В то же время абсолютное количество каждого фермента в клетках организма крайне мало, поэтому выведение ферментов из строя достигается небольшими количествами токсичных соединений, воздействующими на эти ферменты и ингибирующими их.

Таким образом, токсичность тех или иных соединений проявляется в химическом взаимодействии между ними и ферментами, приводящем к торможению или прекращению ряда жизненных функций организма.

Полное инактивирование тех или иных ферментных систем вызывает общее поражение организма и в некоторых случаях его гибель.

Классификация вредных веществ

Группа веществ	Признаки отравления
<i>Нервные</i> — углеводороды, спирты жирного ряда, анилин, сероводород, тетраэтилсвинец, трикрезилфосфат, аммиак, фосфорорганические соединения и др.	Вызывают расстройство функций нервной системы, судороги, паралич
<i>Раздражающие</i> — хлор, аммиак, диоксид серы, туманы кислот, оксиды азота, фосген, дифосген, ароматические углеводороды и др.	Поражают кожные покровы, вызывают образование нарывов, язв
<i>Прижигающие</i> и раздражающие кожу и слизистые оболочки — неорганические кислоты, щелочи, некоторые органические кислоты, ангидриды и др.	Поражают кожные покровы, вызывают образование нарывов, язв
<i>Ферментные</i> — синильная кислота и ее соли, мышьяк и его соединения, соли ртути (сулема), фосфорорганические соединения	Нарушают структуру ферментов, инактивируют их
<i>Печеночные</i> — хлорированные углеводороды, бромбензол, фосфор, селен	Вызывают структурные изменения ткани печени
<i>Кровяные</i> — оксид углерода, гомологи бензола, ароматические смолы, свинец и его неорганические соединения и др.	Ингибируют ферменты, участвующие в активации кислорода, взаимодействуют с гемоглобином крови
<i>Мутагены</i> — этиленимин, оксиды этилена, некоторые хлорированные углеводороды, соединения свинца, ртути и др.	Воздействуют на генетический аппарат клетки
<i>Аллергены</i> — некоторые соединения никеля, многие производные пиридина, алкалоиды и др.	Вызывают изменения в реактивной способности организма
<i>Канцерогены</i> — каменноугольная смола, 3,4-бензпирен, ароматические амины, азо- и .диазосоединения и др.	Вызывают образование злокачественных опухолей

Производственная пыль.

Производственные пыли — это тонкодисперсные частицы, которые образуются при различных производственных процессах, как, например, при механическом измельчении твердых тел, транспортировании, перемешивании, упаковке измельченных материалов. Кроме того, пыли образуются при горении топлива и других различных химических процессах.

Аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например в дробилках, мельницах, при бурении и т. п. Они в значительной мере состоят из пылинок больших размеров неправильной формы (в виде обломков), хотя в их состав входят также и микроскопические частицы.

Аэрозоли конденсации образуются из паров металлов, которые при охлаждении превращаются в твердые частицы. При этом размеры пылевых частиц значительно меньше, чем при образовании аэрозолей дезинтеграции.

При оценке токсического действия пыли необходимо учитывать такие факторы, как дисперсность, форма частиц, растворимость, химический состав. Наибольшую опасность представляют пыли с частицами размером до 5 мкм, частицы этого размера задерживаются в легких, проникая в альвеолы и частично или полностью растворяются в лимфе. Частицы большего размера задерживаются в верхних дыхательных путях и выводятся наружу при выдохе или откашливании.

Растворимость пыли в воде и тканевых жидкостях может иметь и положительное и отрицательное значение. Если пыль не токсична и действие ее на ткань сводится к механическому раздражению, то хорошая растворимость такой пыли — благоприятный фактор, который способствует быстрому удалению ее из легких. В случае токсичной пыли хорошая растворимость сказывается отрицательно, так как в этом случае токсичные вещества попадают в кровь.

В зависимости от химического состава пыль может оказывать отравляющее или механическое действие. К пылям вредных химических веществ относятся аэрозоли ДДТ, хромового ангидрида, свинца, ртути, мышьяка, урана, бериллия и др. Аэрозоли этих соединений могут не только оказывать местное воздействие на верхние дыхательные пути, но и проникать в легкие и желудочно-кишечный тракт и; вызывать общее отравление организма.

Заболевания легких, связанные с воздействием на них вдыхаемой пыли, называются **пневмокониозами**. В зависимости от природы пыли пневмокониозы могут быть различных видов: **силикоз** — наиболее частая и характерная форма, развивающаяся при действии пыли свободного диоксида кремния SiO_2 , **силикатоз** — возникает при вдыхании пыли солей кремниевой кислоты, **антракоз** — при вдыхании угольной пыли, **асбестоз** — одна из агрессивных форм силикатоза — может привести не только ко всем вызываемым силикозом болезням, а именно фиброзу и флакоцитозу легких, серьезным нарушениям нервной и сосудистой систем, силикотуберкулезу, но и к развитию рака легких, вызываемого некоторыми видами асбестовой пыли.

4.3. Вентиляция.

Обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха на рабочих местах в значительной степени зависит от правильно организованной системы вентиляции. Общие требования к системам вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления производственных, складских, вспомогательных и общественных зданий и сооружений определены **ГОСТ 12.4.021—75 ССБТ**

По способу организации воздухообмена вентиляция может быть общеобменной, местной и комбинированной.

Общеобменную вентиляцию, при которой смена воздуха происходит во всем объеме помещения, наиболее часто применяют в тех случаях, когда вредные вещества выделяются в небольших количествах и равномерно по всему помещению.

Местная вентиляция предназначена для отсоса вредных выделений (газы, пары, пыль, избыточное тепло) в местах их образования и удаления их из помещения.

Комбинированная система предусматривает одновременную работу местной и общеобменной вентиляции. На устройство и эксплуатацию местной вентиляции требуются значительно меньшие затраты.

В зависимости от **способа перемещения воздуха** вентиляция бывает **естественной** и **механической**.

При *естественной вентиляции* воздух перемещается под влиянием естественных факторов: теплового напора или действия ветра.

При *механической вентиляции* воздух перемещается с помощью вентиляторов, эжекторов и др. Сочетание естественной и искусственной вентиляции образует *смешанную систему вентиляции*.

В зависимости от **назначения** вентиляции — подача (приток) воздуха в помещение или удаление (вытяжка) его из помещения, вентиляцию называют **приточной** и **вытяжной**. При одновременной подаче и удалении воздуха вентиляция называется **приточно-вытяжной**.

В производственных помещениях, в которых возможны внезапные выбросы в воздух рабочей зоны больших количеств вредных или взрывоопасных веществ, предусматривают **аварийную вентиляцию**.

Естественная вентиляция может иметь **неорганизованный** и **организованный характер**. При *неорганизованной вентиляции* воздух подается и удаляется из помещения через неплотности и поры наружных ограждений зданий (**инфильтрация**), а также через форточки, окна, открываемые без всякой системы. Естественная вентиляция считается *организованной*, если направление воздушных потоков и воздухообмен регулируются с помощью специальных устройств. Систему организованного естественного воздухообмена называют **аэрацией**. Если аэрация легко поддается регулированию и расчету, то инфильтрация регулированию практически не поддается, и при расчете естественной вентиляции ее не учитывают. Аэрацию, как правило, применяют в цехах со значительными выделениями тепла. Недос-

таток естественной вентиляции состоит в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый не очищается от выбросов и загрязняет наружный воздух. Кроме того, эффективность аэрации может существенно падать вследствие повышения температуры наружного воздуха, особенно в безветренную погоду.

При использовании механической вентиляции в отличие от естественной имеется возможность предварительно очищать, нагревать или охлаждать, увлажнять приточный воздух, а также очищать выбрасываемый в окружающую атмосферу загрязненный воздух. Кроме того, воздух можно подавать по воздуховодам в любую зону помещения или удалять его из мест наиболее интенсивного образования вредностей.

В химической промышленности наиболее распространена приточно-вытяжная общеобменная механическая вентиляция, комбинируемая с локальной механической вентиляцией.

К недостаткам механической вентиляции следует отнести необходимость звукоизоляции, значительную стоимость сооружения и эксплуатации, а также большую энергоемкость.

Приточные вентиляционные системы обычно состоят из воздухозаборных устройств, устанавливаемых снаружи здания в тех местах, где воздух наименее загрязнен; устройств, предназначенных для придания воздуху необходимых качеств (фильтры, калориферы); воздуховодов для перемещения воздуха к месту назначения; возбuditелей движения воздуха — вентиляторов и эжекторов; воздухораспределительных устройств (патрубков, насадок), обеспечивающих подачу воздуха в нужное место с заданной скоростью и в требуемом количестве.

Вытяжные вентиляционные системы помимо воздуховодов, по которым удаляемый воздух транспортируется из помещения к месту выброса, имеют различные по виду и форме местные укрытия, максимально сокращающие выделение вредностей в рабочее помещение; устройства для очистки удаляемого воздуха в тех случаях, когда воздух используется для рециркуляции или настолько загрязнен, что выброс его в атмосферу недопустим по санитарным требованиям; устройства для выброса удаляемого из помещения воздуха в атмосферу, которое должно быть расположено на 1 — 1,5 м выше конька крыши.

Место для забора свежего воздуха выбирают с учетом направления ветра, с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям и на расстоянии не менее 8 м от них, вдали от мест загрязнений.

В холодное время года приточный воздух подогревают. В отдельных случаях с целью сокращения эксплуатационных расходов на нагревание воздуха применяют так называемые системы вентиляции с частичной рециркуляцией, в которых к поступающему снаружи воздуху подмешивают воздух, находящийся внутри помещения.

Фильтры, калориферы и вентиляторы приточной вентиляции обычно устанавливают в так называемых вентиляционных камерах, которые часто

располагают в подвалах. Вентиляционные камеры, в которых размещено вентиляционное оборудование, обслуживающее производства категорий А и Б*, а также помещения, в которых выделяются вредные газы или пыли первого класса опасности, должны быть изолированы от основного производственного помещения.

Воздух должен подаваться в рабочую зону на уровне дыхания (до 2 м) в месте наименьшего выделения вредностей, при этом скорости выхода воздуха ограничиваются допустимым шумом и подвижностью воздуха на рабочем месте. Вытяжные отверстия располагают как можно ближе к местам наибольшего выделения вредностей.

Местная вентиляция предназначена для улавливания вредностей у мест их выделения и предотвращения их перемешивания с воздухом помещения. Гигиеническое значение местной вентиляции заключается в том, что она полностью исключает или сокращает проникновение вредных выделений в зону дыхания работающего. Экономическое ее значение состоит в том, что вредности отводятся в больших концентрациях, чем при общеобменной вентиляции, а следовательно, сокращаются воздухообмен и Местная вытяжная вентиляция удаляет вредные выделения непосредственно у мест их возникновения (у сальников насосов, мешалок и т. п.)

Укрытия, полностью закрывающие источники выделения вредностей наиболее эффективны, но не всегда применимы по условиям технологии. Для защиты работающих применяют капсулирование (оборудование полностью заключают в кожух— капсулу), аспирацию (вредные выделения удаляют из внутренних объемов технологического оборудования), вытяжные шкафы, зонты, укрытия витринного типа, кабины, камеры и т. д.

Аспирация широко применяется в химической промышленности для отвода вредных выделений от электролитических ванн, емкостей, промывных аппаратов, сушилок и др.

Вытяжной шкаф представляет собой колпак большой емкости, внутри которого проводят работы с вредными веществами.

Скорость движения воздуха, засасываемого в шкаф через рабочее отверстие, должна быть не менее 0,5—0,7 м/с при удалении паров и газов, обладающих малой токсичностью, и 1—1,5 м при удалении сильнодействующих вредных веществ (пары свинца, ртути, цианистые соединения и др.).

Кратность воздухообмена К показывает, сколько раз в течение часа воздух в помещении должен быть заменен полностью

$$K \approx \frac{V}{V_{\Pi}},$$

где К — кратность воздухообмена, ч⁻¹;

V — объем воздуха для вентиляции помещения, м³/ч;

$V_{\text{п}}$ — объем помещения, м³.

Для большинства помещений химических производств при нормальном ведении технологического процесса *K колеблется от 3 до 10*.

Вентиляторы. Для механического перемещения воздуха, как в приточной, так и в вытяжной вентиляционных системах применяются вентиляторы (центробежные и осевые) реже — эжекторы.

Кондиционирование воздуха. Обычные системы вентиляции не способны поддерживать сразу все параметры воздуха в пределах, обеспечивающих комфортные условия в зонах пребывания людей. Эту задачу может выполнить кондиционирование, которое является наиболее совершенным видом механической вентиляции и автоматически поддерживает микроклимат на рабочем месте независимо от наружных условий. В общем случае под кондиционированием подразумевается нагревание или охлаждение, увлажнение или осушка воздуха и очистка его от пыли. В некоторых случаях необходимо кроме того ионизировать воздух, исключить неприятные запахи, или придать приятные для обоняния человека запахи. Различают системы комфортного кондиционирования, обеспечивающие в помещении постоянные комфортные условия для человека, и системы технологического кондиционирования, предназначенные для поддержания в производственном помещении требуемых технологическим процессом условий. Для этого используют различные типы кондиционеров.

Кондиционирование воздуха требует по сравнению с вентиляцией больших единовременных и эксплуатационных затрат, но эти затраты быстро окупаются/так как повышается производительность труда, люди меньше болеют и т. д.

4.4. Шум.

Шум — это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Шум отрицательно влияет на организм человека, и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться также причиной несчастного случая. **Источниками** производственного шума являются машины, оборудование и инструмент.

Органы слуха человека воспринимают звуковые волны с частотой 16...20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20 000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм.

По характеру спектра шум подразделяется на **широкополосный** с непрерывным спектром шириной более одной октавы и **тональный**, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

По временным характеристикам шум подразделяется на **постоянный** и **непостоянный** (колеблющийся во времени, прерывистый, импульсный).

Постоянным считается шум, уровень которого за восьмичасовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ, **непостоянным** — более чем на 5 дБ.

Для измерения на рабочих местах уровней шума в октавных полосах частот и общего уровня шума применяют различные типы шумоизмерительной аппаратуры. Наибольшее распространение получили **шумомеры**, состоящие из микрофона, воспринимающего звуковую энергию и преобразующего ее в электрические сигналы, усилителя, корректирующих фильтров, детектора и стрелочного индикатора со шкалой, измеряемой в децибелах.

Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека, так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности. Кроме того, шум вызывает обычную усталость. При постоянном воздействии шума работающие жалуются на бессонницу, нарушение зрения, вкусовых ощущений, расстройство органов пищеварения и т.д. У них отмечается повышенная склонность к неврозам. Энергозатраты организма при выполнении работы в условиях шума больше, т.е. работа оказывается более тяжелой. Уровень звука в 130 дБ вызывает болевое ощущение, а в 150 дБ приводит к поражению слуха при любой частоте.

Инfrasoundом принято называть колебания с частотой ниже 20 Гц, распространяющиеся в воздушной среде. Низкая частота инфразвуковых колебаний обуславливает ряд особенностей его распространения в окружающей среде. Вследствие большой длины волны инфразвуковые колебания меньше поглощаются в атмосфере и легче огибают препятствия, чем колебания с более высокой частотой. Этим объясняется способность инфразвука распространяться на значительные расстояния с небольшими потерями частичной энергии. Вот почему обычные мероприятия по борьбе с шумом в данном случае неэффективны.

Источниками инфразвука могут быть средства наземного, воздушного и водного транспорта, пульсация давления в газозвудушных смесях (форсунки большого диаметра) и др.

Наиболее характерным и широко распространенным источником низкоаккустических колебаний являются компрессоры. Отмечается, что шум компрессорных цехов является низкочастотным с преобладанием инфразвука, причем в кабинах операторов инфразвук становится более выраженным из-за затухания более высокочастотных шумов.

Ультразвуком принято считать колебания свыше 20 кГц, распространяющиеся как в воздухе, так и в твердых средах. Это обуславливает контакт его с человеком через воздух и непосредственно от вибрирующей поверхности (инструмента, аппарата и других возможных источников). Ультразвуковая тех-

ника и технология широко применяется в различных отраслях народного хозяйства для целей активного воздействия на вещества (пайка, сварка, лужение, механическая обработка и обезжиривание деталей и т.д.), структурного анализа и контроля физико-механических свойств вещества и материалов, (дефектоскопия), для обработки и передачи сигналов радиолокационной и вычислительной технике, в медицине — для диагностики и терапии различных заболеваний с использованием звуковидения, резки и соединения биологических тканей, стерилизации инструментов, рук и т. д. Условно ультразвуковой диапазон частот делится на низкочастотный и высокочастотный.

Наиболее ранние неблагоприятные субъективные ощущения отмечались у рабочих, обслуживающих ультразвуковые установки, — головные боли, усталость, бессонница, обострение обоняния и вкуса, которые в более поздние сроки (через 2 года) сменялись угнетением перечисленных функций. У рабочих, обслуживающих ультразвуковые промышленные установки, выявлены нарушения в вестибулярном анализаторе. Ультразвук может воздействовать на работающих через волокна слухового нерва, которые проводят высокочастотные колебания, и специфически влиять на высшие отделы анализатора, а также вестибулярный аппарат, который тесно связан со слуховым органом.

Высокочастотный ультразвук практически не распространяется в воздухе и может оказывать воздействие на работающих только при контактировании источника ультразвука с поверхностью тела.

Низкочастотный ультразвук, напротив, оказывает на работающих общее действие через воздух и локальное за счет соприкосновения рук с обрабатываемыми деталями, в которых возбуждены ультразвуковые колебания.

Условно эффекты, вызываемые ультразвуком, можно подразделить на механические — микромассаж тканей, физико-химические — ускорение процессов диффузии через биологические мембраны и изменение скорости биологических реакций, термические и эффекты, связанные с возникновением в тканях ультразвуковой кавитации под воздействием только мощного ультразвука. Все это указывает на высокую биологическую активность данного физического фактора.

В результате значительного поглощения в тканях неблагоприятные эффекты, развивающиеся под действием ультразвука при контактной передаче, обычно выражены в зоне контакта. Чаще — это пальцы рук, кисти, хотя возможны и дистальные проявления за счет рефлекторных и нейрогуморальных связей.

Длительная работа с интенсивным ультразвуком при его контактной передаче на руки может вызывать поражение периферического нервного и сосудистого аппарата (вегетативные полиневриты, парезы пальцев). При этом степень выраженности изменений зависит от времени контакта с ультразвуком и может усиливаться под влиянием неблагоприятных сопутствующих факторов производственной среды.

4.5. Вибрация.

Характер воздействия производственной вибрации определяется уровнями **виброскорости** и **виброускорения**, **частотным спектром**, физиологическими свойствами тела человека.

Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм человека: восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорить заживление ран и т. п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни.

Особенно вредны вибрации с вынужденной частотой, совпадающей с частотой собственных колебаний тела человека или его отдельных органов (для тела человека б... 9 Гц, головы 6 Гц, желудка 8 Гц, других органов — в пределах 25 Гц).

Частотный диапазон расстройств зрительных восприятия лежит между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок.

При частоте колебаний от 1 до 10 Гц предельные ускорения, равные 10 мм/с², являются неощутимыми, 40 мм/с² — слабоощутимыми, 400 мм/с² — сильно-ощутимыми и 1000 мм/с² — вредными. Низкочастотные колебания с ускорением 4000 мм/с² — непереносимые.

В производственных условиях ручные машины с максимальным уровнем виброскорости в полосах низких частот (до 35 Гц) вызывают вибрационные заболевания с преимущественным поражением нервно-мышечного, опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными, машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в областях спектра 35—250 Гц, наблюдаются преимущественно сосудистые расстройства с склонностью к спазму периферических сосудов.

К основным проявлениям **вибрационной болезни** относятся нейрососудистые расстройства рук, сопровождающиеся интенсивными болями после работы и по ночам, снижение всех видов кожной чувствительностью, слабостью в кистях рук. Нередко наблюдается так называемый феномен «мертвых» рук или белых пальцев. Параллельно развиваются мышечные и костные изменения, а также расстройства нервной системы. Изменения костно-мышечной системы обусловлены как нервно-сосудистой регуляцией, так и непосредственным влиянием хронической микротравмы. При рентгеновских исследованиях в костях и суставах обнаруживаются явления функциональной перестройки в костной ткани; при длительном действии вибрации выявляются кистевидные образования в костях, бугристость ногтей фаланг и др.

4.6. Защита от шума и вибрации.

Снижения шума и вибрации можно достичь следующими методами:

- уменьшение шума и вибрации в источнике их образования;
- изоляция источников шума и вибрации средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;

- архитектурно-планировочные решения, предусматривающие рациональное размещение технологического оборудования, машин, механизмов, акустическая обработка помещений;

- применение средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективна защита от шума и вибрации в источнике их образования. Поэтому при проектировании и конструировании оборудования и технологических процессов необходимо (где это возможно) заменять ударные взаимодействия деталей безударными, возвратно-поступательное движение—вращательным, подшипники качения—подшипниками скольжения, металлические детали—детальями из пластмасс или других материалов, шумные технологические процессы—бесшумными или малошумными и т.д.

При изготовлении оборудования необходимо соблюдать минимальные допуски в сочленениях и тщательную балансировку движущихся деталей, демпфировать (поглощать) вибрации соударяющихся деталей путем покрытия их материалами, имеющими большое внутреннее трение (резиной), а также применением прокладок из пробки, битумного картона, войлока, асбеста и т. п.

Звукоизоляция — это специальные устройства — преграды (в виде стен, перегородок, кожухов, экранов и т. д.), препятствующие распространению шума из одного помещения в другое или в одном и том же помещении. Физическая сущность звукоизоляции состоит в том, что наибольшая часть звуковой энергии отражается от ограждающих конструкций.

Звукоизолирующая способность преград возрастает с увеличением их массы и частоты звука. В ряде случаев многослойные конструкции, состоящие из разных материалов, обладают более высокой звукоизоляцией, чем однослойные конструкции такой же массы. Воздушная прослойка между слоями увеличивает звукоизолирующую способность преграды.

В производственных условиях часто вместе со звукоизоляцией применяют **звукопоглощение**. Наиболее эффективно поглощают звук пористые материалы. Это объясняется переходом энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту, образующуюся в результате их трения в порах материала. В качестве звукопоглощающего материала применяют капроновое волокно, поролон, минеральную вату, стекловолокно, пористый поливинилхлорид, асбест, пористую штукатурку, вату и др.

Очень часто для защиты от шума используют специальные кожухи, устанавливаемые на агрегатах. Их обычно изготавливают из тонких алюминиевых, стальных или пластмассовых листов. Внутренняя поверхность кожуха обязательно облицовывается звукопоглощающим материалом. При установке кожуха на пол должны использоваться резиновые прокладки. Кожух может обеспечить снижение шума на 15—20 дБ.

Для защиты работающих от непосредственного (прямого) воздействия шума используют экраны, устанавливаемые между источником шума и рабочим местом. Акустический эффект экрана основан на образовании за ним области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. Экраны облицовывают

звукопоглощающим материалом толщиной не менее 50—60 мм. Снижение шума в местах, защищенных экранами, составляет 5—8 дБ.

Для защиты от вибрации широко используют также вибропоглощающие и виброизолирующие материалы и конструкции.

Виброизоляция — это снижение уровня вибрации защищаемого объекта, достигаемое уменьшением передачи колебаний от их источника. Виброизоляция представляет собой упругие элементы, размещенные между вибрирующей машиной и ее основанием. Амортизаторы вибраций изготавливают из стальных пружин или резиновых прокладок.

Фундаменты под тяжелое оборудование, вызывающее значительные вибрации, делают заглубленными и изолируют со всех сторон пробкой, войлоком, шлаком, асбестом и другими демпфирующими вибрации материалами.

Для уменьшения вибрации кожухов, ограждений и других деталей, выполненных из стальных листов, на них наносят слой резин, пластиков, битума, вибропоглощающих мастик, которые рассеивают энергию колебаний.

В тех случаях, когда техническими и другими мерами не удастся снизить уровень шума и вибрации до допустимых пределов, применяют индивидуальные средства защиты. В качестве индивидуальных средств защиты от шума в соответствии с ГОСТ 12.1.029—80 используют мягкие противозумные вкладыши, вставляемые в уши, тампоны из ультратонкого волокна или жесткие из эбонита или резины, эффективные при $\Delta L = 5 - 20$ дБ. При звуковом давлении $L > 120$ дБ рекомендуются наушники типа ВЦНИИОТ, предназначенные для защиты от высокочастотного шума; шлемы, каски и специальные противозумные костюмы.

Для защиты рук от воздействия локальной вибрации, согласно ГОСТ 12.4.002—74, применяют рукавицы или перчатки следующих видов: со специальными виброзащитными упругодемпфирующими вкладышами, полностью изготовленные из виброзащитного материала (литьем, формованием и т. п.), а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями к руке (ГОСТ 12.4.046—78).

Для защиты от вибрации, передаваемой человеку через ноги, рекомендуется носить обувь на войлочной или толстой резиновой подошве.

4.7. Освещение производственных помещений.

Около 90% информации, которую человек получает из внешнего мира, поступает в основном через зрительный канал. Поэтому качество информации, получаемой посредством зрения, во многом зависит от освещения.

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.

Ультрафиолетовые излучения возникают при электро- и газовой сварке, работе кварцевых ламп, электрической дуге высокой интенсивности лазерных установок и др. Защита от ультрафиолетовых излучений осуществляется доста-

точно просто – их не пропускают ткань обычной одежды и очки с простым стеклом.

Инфракрасные излучения проявляются в основном в их тепловом воздействии на организм человека.

Источниками 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 шероховатые поверхности излучают тепла больше, чем гладкие, блестящие. Передача теплоты излучением от температуры воздуха не зависит.

Степень усталости глаз 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 малейшего напряжения аккомодации, равно $7500 d$ (d – диаметр зрачка) и колеблется от 11,25 до 56 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.

Эффективность зрения характеризуется остротой – способностью глаза различать две точки на минимально коротком расстоянии друг от друга. В качестве стандартного принимается расстояние, равное 0,04 мм. Острота зрения человека зависит от состояния здоровья, профессионального опыта, условий труда и отдыха. У людей в возрасте 20 лет она максимальная – 100%; в 40 лет – 90%; в 60 лет – 74%.

Физические характеристики световой среды.

Лучистый поток Φ – мощность лучистой энергии электромагнитного поля в оптическом диапазоне волн. Единицей измерения является ватт (Вт).

Световой поток F – мощность световой энергии, оцениваемой по зрительному восприятию, т. е. величина F является не только физической, но и физиологической. Измеряется в люменах (лм).

Видность В — отношение светового потока к лучистому. Максимальная видность 5гпах (при длине волны 554 Им) составляет 683 лм/Вт. Видность излучения характеризует чувствительность глаза к различным составляющим светового спектра.

Сила света J— пространственная объективная плотность светового потока в пределах телесного угла. Измеряется в канделах (кД):

Освещенность E — плотность светового потока на освещаемой поверхности. За единицу освещенности принят люкс (лк):

$$E=F/S.$$

4.7.1. Виды освещения.

Освещение бывает **естественное** и **искусственное**. Естественное освещение не только положительно влияет на зрение, но также и тонизирует организм человека в целом и оказывает благоприятное психологическое воздействие. В связи с этим все помещения в соответствии с санитарными нормами и правилами должны иметь естественное освещение. Исключение составляют производства, где естественное освещение нарушает технологический процесс (фотолаборатории и т.п.).

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным ставом света и монотонным режимом освещения.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводя к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты и катаракты и другие нарушения тканей.

Естественное освещение помещений осуществляется боковым светом – через световые проемы в наружных стенах или через прозрачные части стен, выполненные из пустотелых стеклянных блоков; верхним – через световые проемы, устраиваемые в покрытии, или через прозрачные части покрытий; комбинированным – через световые проемы в покрытии и стенах или через прозрачные ограждения покрытий и стен.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в течение суток года, которая обуславливается световым климатом.

Искусственное освещение создается лампами накаливания и газоразрядными лампами. Освещенность на рабочих местах должна отвечать условиям оптимальной работы зрения при заданных размерах объектов различения. Повышение освещенности, как правило, ведет к росту производительности труда. Вместе с тем имеется предел, при котором дальнейшее повышение освещенно-

сти не дает желаемого эффекта. Освещение должно быть равномерным, так как перевод взгляда с яркоосвещенной поверхности на темную вызывает повышенное утомление глаз из-за частой переадаптации. Равномерность освещения обеспечивается использованием комбинированного освещения (общего и местного).

Известны системы **общего, местного, комбинированного и аварийного освещения**. При общей системе освещается все помещение, при *местном* – только рабочие поверхности. Практическое применение получила *комбинированная система* освещенности, представляющая собой сочетание общей и местной систем. Причем освещенность от общего освещения при этом не должна быть менее 10% от нормированного для данного рода работ значения, однако не менее 30 лк и не более 100 лк при лампах накаливания.

Аварийное освещение устраивается в помещениях и на открытых пространствах и разделяется на освещение для продолжения работы и для эвакуации. Для продолжения работы его оборудуют в производствах, в которых отсутствие света может вызвать взрыв, пожар, отравление и т.д., длительное нарушение работы таких объектов, как электростанции, радиоузлы и пр., а также там, где существует опасность травматизма: в местах большого скопления людей, в операционных кабинетах неотложной помощи, приемных покоях лечебных учреждений.

Уровень освещенности, достаточный для безопасного выхода из помещения, составляет 0,5 лк (0,2 лк на открытой территории). Для аварийного и эвакуационного освещения применяются только светильники с лампами накаливания (или с люминесцентными лампами – в помещениях с минимальной температурой).

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

Лампы накаливания. Свечение в этих лампах возникает в результате нагрева вольфрамовой нити до высокой температуры, Промышленность выпускает различные типы ламп накаливания:

вакуумные (В), газонаполненные (Г) (наполнитель смесь аргона и азота), биспиральные (Б), с криптоновым наполнением (К). Лампы накаливания просты в изготовлении, удобны в эксплуатации, не требуют дополнительных устройств для включения в сеть. Недостаток этих ламп—малая световая отдача от 7 до 20 лм/Вт при большой яркости нити накала, низкий КПД, равный 10—13%; срок службы 800—1000 ч. Лампы дают непрерывный спектр, отличающийся от спектра дневного света преобладанием желтых и красных лучей, что в какой-то степени искажает восприятие человеком цветов окружающих предметов.

Галогенные лампы накаливания наряду с вольфрамовой нитью содержат в колбе пары того или иного галогена (например, иода), который повышает температуру накала нити и практически исключает испарение. Они имеют более продолжительный срок службы (до 3000 ч) и более высокую светоотдачу (до 30 лм/Вт).

Газоразрядные лампы излучают свет в результате электрических разрядов в парах газа. На внутреннюю поверхность колбы нанесен слой светящегося вещества—люминофора, трансформирующего электрические разряды в видимый свет. Различают газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления.

Люминесцентные лампы создают в производственных и других помещениях искусственный свет, приближающийся к естественному, более экономичны в сравнении с другими лампами и создают освещение более благоприятное с гигиенической точки зрения.

К другим преимуществам люминесцентных ламп относятся больший срок службы (10000 ч) и высокая световая отдача, достигающая для ламп некоторых видов 75 лм/Вт, т. е. они в 2,5—3 раза экономичнее ламп накаливания. Свечение происходит со всей поверхности трубки, а следовательно, яркость и слепящее действие люминесцентных ламп значительно ниже ламп накаливания. Низкая температура поверхности колбы (около 5 °С) делает лампу относительно пожаробезопасной.

Несмотря на ряд преимуществ, люминесцентное освещение имеет и некоторые недостатки: пульсация светового потока, вызывающая *стробоскопический эффект* (искажение зрительного восприятия объектов различия—вместо одного предмета видны изображения нескольких, а также направления и скорости движения); дорогостоящая и относительно сложная схема включения, требующая регулирующих пусковых устройств (дрессели, стартеры); значительная отраженная блескость; чувствительность к колебаниям температуры окружающей среды (оптимальная температура 20—25 °С); понижение и повышение температуры вызывает уменьшение светового потока.

4.7.2. Разряды зрительных работ.

Все зрительные работы делятся на восемь разрядов в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы. К I разряду относятся зрительные работы наивысшей точности (минимальный размер объекта различения менее 0,15 мм); к IV – работы очень малой точности (минимальный размер объекта различения более 5 мм). К VII разряду отнесены работы со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах; к VIII – работы, связанные с общим наблюдением за ходом производственного процесса, с постоянным или периодическим присутствием людей (Приложение А).

Для первых пяти разрядов, имеющих по четыре подразряда (а, б, в, г), нормируемые значения освещенности зависят не только от минимального размера объекта различения, но и от контраста объекта различения с фоном и характеристики фона. Наибольшая нормируемая освещенность составляет 5000 лк (разряд Ia), наименьшая – 30 лк (разряд VIIIв – общее периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при периодическом пребывании людей в помещении), при таком освещении нельзя наблюдать за показаниями каких-либо приборов и вести записи.

Кроме освещенности рабочих поверхностей, расположенных в помещениях и соответствующих восьми разрядам зрительных работ, нормы регламентируют освещенность рабочих поверхностей, расположенных вне зданий. Предусмотрено шесть разрядов зрительных работ (IX – XIV) с требуемой освещенностью от 50 до 2 лк. Например, для ведения земляных работ требуется освещенность 10 лк, мест разгрузки и складирования материалов – 2 лк. Нормы освещенности рабочих мест в горных выработках приведены в методических указаниях практических и лабораторных работ.

При потенциальной опасности производственного травматизма и при выполнении зрительных работ XI – XIV разрядов освещенность нужно принимать на один разряд выше.

4.8. Ионизирующие излучения.

Ионизирующие излучения — это электромагнитные излучения, которые создаются при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образуют при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

Источники ионизирующих излучений. На производстве источниками ионизирующих излучений могут быть используемые в технологических процессах радиоактивные изотопы (радионуклиды) естественного или искусственного происхождения, ускорительные установки, рентгеновские аппараты, радиолампы.

Искусственные радионуклиды в результате ядерных превращений в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов после специального радиохимического разделения находят применение в экономике страны. В промышленности искусственные радионуклиды применяются для дефектоскопии металлов, при изучении структуры и износа материалов, в аппаратах и приборах, выполняющих контрольно-сигнальные функции, в качестве средства гашения статического электричества и т.п.

Естественными радиоактивными элементами называют радионуклиды, образующиеся из находящихся в природе радиоактивных тория, урана и актиния.

Виды ионизирующих излучений.

В решении производственных задач имеют место разновидности ионизирующих излучений как (корпускулярные потоки альфа-частиц, электронов (бета-частиц), нейтронов) и фотонные (тормозное, рентгеновское и гамма-излучение).

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия, испускаемых главным образом естественным радионуклидом при радиоактивном распаде, имеют массу 4 у.е. и заряд +2. Энергия альфа-частиц составляет 4—7 Мэв. Пробег альфа-частиц в воздухе достигает 8—10 см, в биологической ткани нескольких десятков микрометров. Так как пробег альфа-частиц в веществе невелик, а энергия очень большая, то плотность ионизации на единицу длины пробега у них очень высока (на 1 см до десятка тысяч пар-ионов).

Бета-излучение — поток электронов или позитронов при радиоактивном распаде. Бета-частицы имеют массу, равную $1/1838$ массы атома водорода, единичный отрицательный (бета-частица) или положительный (позитрон) заряды. Энергия бета-излучения не превышает нескольких Мэв. Пролет в воздухе составляет от 0,5 до 2 м, в живых тканях — 2—3 см. Их ионизирующая способность ниже альфа-частиц (несколько десятков пар-ионов на 1 см пути).

Нейтроны — нейтральные частицы, имеющие массу атома водорода. Они при взаимодействии с веществом теряют свою энергию в упругих (по типу взаимодействия бильярдных шаров) и неупругих столкновениях (удар шарика в подушку).

Гамма-излучение — фотонное излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер, при ядерных превращениях или при аннигиляции частиц. Источники гамма-излучения, используемые в промышленности, имеют энергию от 0,01 до 3 Мэв. Гамма-излучение обладает высокой проникающей способностью и малым ионизирующим действием (низкая плотность ионизации на единицу длины).

Рентгеновское излучение — фотонное излучение, состоящее из тормозного и (или) характеристического излучения, возникает в рентгеновских трубах, ускорителях электронов, с энергией фотонов не более 1 Мэв. Тормозное излучение — фотонное излучение с непрерывным энергетическим спектром, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц. Характеристическое излучение — это фотонное излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома. Рентгеновское излучение, так же как и гамма-излучение, имеет высокую проникающую способность и малую плотность ионизации среды.

Физические характеристики ионизирующего излучения.

Активность. Количество радионуклида принято называть активностью.

Активность — число самопроизвольных распадов радионуклида за единицу времени.

Единицей измерения активности в системе СИ является **беккерель (Бк)**.

$1 \text{ Бк} = 1 \text{ распад/с}$.

Внесистемной единицей активности является ранее используемая величина **Кюри (Ки)**.

$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Поглощенная доза D_a — это отношение средней энергии ΔE , переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к единице массы Δm вещества в этом объеме

$$D_a = \frac{\Delta E \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right]}{\Delta m \left[\frac{\text{кг}}{\text{кг}} \right]}$$

В системе СИ в качестве единицы поглощенной дозы принят **грей (Гр)**, названный в честь английского физика и радиобиолога Л. Грея. 1 Гр соответст-

вует поглощению в среднем 1 Дж энергии ионизирующего излучения в массе вещества, равной $1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

Экспозиционная доза. До последнего времени в качестве характеристики поля фотонного излучения при его воздействии на среду использовали экспозиционную дозу D_x , которая определяет ионизационную способность только рентгеновского и γ -излучений в единственном веществе, в воздухе.

Экспозиционная доза фотонного излучения — это отношение суммарного заряда всех ионов одного знака в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, которые были образованы фотонами в элементарном объеме воздуха и массе воздуха в этом объеме:

Заочное отделение

$$D_3 = \frac{\Delta Q}{\Delta m} \left[\frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right].$$

Единицей экспозиционной дозы в системе СИ является **кулон** на 1 кг воздуха.

Внесистемной единицей экспозиционной дозы является **рентген (Р)**, при котором суммарный заряд ΔQ , образующийся в воздухе, равен одной электростатической единице количества электричества в 0,001293 г — атмосферного воздуха при 0° С и давлении 760 мм рт.ст. $1\text{Р} = 2,58 \times 10^{-4} \text{Кл/кг}$.

При переходе к СИ экспозиционная доза стала не совсем удобной единицей дозы и поэтому изъята из арсенала дозиметрических величин.

Доза эквивалентная Н — поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения W_R :

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R},$$

где $D_{T,R}$ — средняя поглощенная доза в органе или ткани T , W_R — взвешивающий коэффициент для излучения R . Если поле излучения состоит из нескольких излучений с различными величинами W_R , то эквивалентная доза определяется в виде

$$H_m = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}.$$

Единицей измерения эквивалентной дозы является $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, имеющий специальное название **зиверт (Зв)**.

Доза эффективная Е — величина, используемая как мера возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе H_T на соответствующий коэффициент для данного органа или ткани:

$$E = \sum_T W_T \cdot H_{T,T},$$

где $H_{T,T}$ — эквивалентная доза в ткани за время t , а W_T — взвешивающий коэффициент для ткани T . Единица измерения эффективной дозы — $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, которая имеет специальное название — **зиверт (Зв)**.

Доза эффективная коллективная S — величина, определяющая полное воздействие излучения на группу людей, определяется в виде

$$S = \sum E_i \cdot N_i,$$

где E_i — средняя эффективная доза i -й подгруппы группы людей, N_i — число людей в подгруппе.

Единица измерения эффективной коллективной дозы — человеко-зиверт (чел-Зв).

4.8.1. Биологическое действие ионизирующих излучений.

Биологическое действие радиации на живой организм начинается на клеточном уровне. Живой организм состоит из клеток. Клетка животного состоит из клеточной оболочки, окружающей студенистую массу – цитоплазму, в которой заключено более плотное ядро. Цитоплазма состоит из органических соединений белкового характера, образующих пространственную решетку, ячейки которой заполняют вода, растворенные в ней соли и относительно малые молекулы липидов — вещества, по свойствам подобные жирам. Ядро считается наиболее чувствительной жизненно важной частью клетки, а основными его структурными элементами являются хромосомы. В основе строения хромосом находится молекула диокси-рибонуклеиновой кислоты (ДНК), в которой заключена наследственная информация организма. Отдельные участки ДНК, ответственные за формирование определенного элементарного признака, называются генами или «кирпичиками наследственности». Гены расположены в хромосомах в строго определенном порядке и каждому организму соответствует определенный набор хромосом в каждой клетке. У человека каждая клетка содержит 23 пары хромосом. При делении клетки (митозе) хромосомы удваиваются и в определенном порядке располагаются в дочерних клетках.

Ионизирующее излучение вызывает поломку хромосом (хромосомные аберрации), за которыми происходит соединение разорванных концов в новые сочетания. Это и приводит к изменению генного аппарата и образованию дочерних клеток, неодинаковых с исходными. Если стойкие хромосомные аберрации происходят в половых клетках, то это ведет к мутациям, т.е. появлению у облученных особей потомства с другими признаками. Мутации полезны, если они приводят к повышению жизнестойкости организма, и вредны, если проявляются в виде различных врожденных пороков. Практика показывает, что при действии ионизирующих излучений вероятность возникновения полезных мутаций мала.

Однако в любой клетке обнаружены непрерывно действующие процессы исправления химических повреждений в молекулах ДНК. Оказалось также, что ДНК достаточно устойчива по отношению к разрывам, вызываемым радиацией. Необходимо произвести семь разрушений структуры ДНК, чтобы она уже не могла восстановиться, т. е. только в этом случае происходит мутация. При меньшем числе разрывов ДНК восстанавливается в прежнем виде. Это указывает на высокую прочность генов по отношению к внешним воздействиям, в том числе и ионизирующим излучениям.

Последствия облучения людей ионизирующим излучением. Когда мутация возникает в клетке, то она распространяется на все клетки нового организма, образовавшиеся путем деления. Помимо генетических эффектов, которые могут сказываться на последующих поколениях (врожденные уродства), наблюдаются и так называемые соматические (телесные) эффекты, которые опасны не только для самого данного организма (соматическая мутация), но и

его потомства. Соматическая мутация распространяется только на определенный круг клеток, образовавшихся путем обычного деления из первичной клетки, претерпевшей мутацию.

Разрушительное действие излучения особенно заметно проявляется в молодых тканях. Это обстоятельство используется, в частности, для защиты организма от злокачественных (например, раковых опухолей) новообразований, которые разрушаются под воздействием ионизирующих излучений значительно быстрее доброкачественных клеток. К соматическим эффектам относят локальное повреждение кожи (лучевой ожог), катаракту глаз (помутнение хрусталика), повреждение половых органов (кратковременная или постоянная стерилизация) и др.

В отличие от соматических генетические эффекты действия радиации обнаружить трудно, так как они действуют на малое число клеток и имеют длительный скрытый период, измеряемый десятками лет после облучения. Такая опасность существует даже при очень слабом облучении, которое хотя и не разрушает клетки, но способно вызвать мутации хромосом и изменить наследственные свойства. Большинство подобных мутаций проявляется только в том случае, когда зародыш получает от обоих родителей хромосомы, поврежденные одинаковым образом.

Установлено, что не существует минимального уровня радиации, ниже которого мутации не происходит. Общее количество мутаций, вызванных ионизирующим излучением, пропорционально численности населения и средней дозе облучения. Проявление генетических эффектов мало зависит от мощности дозы, а определяется суммарной накопленной дозой независимо от того, получена она за 1 сутки или 50 лет.

В отличие от генетических эффектов, которые вызываются малыми дозами радиации, соматические эффекты всегда начинаются с определенной пороговой дозы: при меньших дозах повреждения организма не происходит. Другое отличие соматических повреждений от генетических заключается в том, что организм способен со временем преодолевать последствия облучения, тогда как клеточные повреждения необратимы.

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т. е. пропорционально сокращает мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радиоактивных веществ в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода защиты.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип особенно часто применяется при непосредственной работе персонала с малыми активностями.

Защита расстоянием — достаточно простой и надежный способ защиты. Это связано со способностью излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем больше расстояние от источника, тем больше

процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала.

Защита экранами — наиболее эффективный способ защиты от излучений. В зависимости от вида ионизирующих излучений для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Лучшими экранами для защиты от рентгеновского и гамма-излучений являются материалы с большим Z , например свинец, позволяющий добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана. Более дешевые экраны делаются из просвинцованного стекла, железа, бетона, баритобетона, железобетона и воды.

4.9. Электрический ток.

Статистика электротравматизма показывает, что смертельные поражения электрическим током составляют 2,7 % общего числа смертельных случаев (у нас в РФ).

Все электроустановки принято разделять на 2 группы:

- установки напряжением до 1000 В;
- установки напряжением выше 1000 В.

Следует отметить, что число несчастных случаев в электроустановках напряжением до 1000 В в 3 раза больше, чем в электроустановках напряжением выше 1000 В.

Это объясняется тем, что установки напряжением до 1000 В применяются более широко, а также тем, что контакт с электрооборудованием здесь имеет большее число людей, как правило, не имеющих электрическую специальность. Электрооборудование выше 1000 В распространено меньше, и к его обслуживанию допускаются только высококвалифицированные электрики.

Опасность поражения электрическим током отличается от прочих опасностей тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить ее дистанционно, как например движущиеся части машин, раскаленный металл и т.п.

Наличие напряжения обнаруживается часто слишком поздно, когда человек уже оказался под напряжением.

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на технологическом оборудовании, на металлических конструкциях сооружений и т. д.). Чаще всего происходит это вследствие повреждения изоляции;
- возможность прикосновения к незащищенным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;
- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;
- прочие причины. К ним относятся: несогласованные и ошибочные действия персонала; подача напряжения на установку, где работают люди; оставле-

ние установки под напряжением без надзора; допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

Виды электропоражений:

Электрический удар – это поражение внутренних органов человека.

Небольшие токи вызывают лишь неприятные ощущения. При токах, больших 10 – 15 мА, человек неспособен самостоятельно освободиться от токоведущих частей и действие тока становится длительным (неотпускающий ток). При длительном воздействии токов величиной несколько десятков миллиампер и времени действия 15 – 20 секунд может наступить паралич дыхания и смерть. Токи величиной 50 – 80 мА приводят к фибрилляции сердца, которая заключается в беспорядочном сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца, в результате чего прекращается кровообращение и сердце останавливается.

Как при параличе дыхания, так и при параличе сердца функции органов самостоятельно не восстанавливаются, в этом случае необходимо оказание первой помощи (искусственное дыхание и массаж сердца). Кратковременное действие больших токов не вызывает ни паралича дыхания, ни фибрилляции сердца. Сердечная мышца при этом резко сокращается и остается в таком состоянии до отключения тока, после чего продолжает работать.

Действие тока величиной 100 мА в течение 2 – 3 секунд приводит к смерти (смертельный ток).

Ожоги происходят вследствие теплового воздействия тока, проходящего через тело человека, или от прикосновения к сильно нагретым частям электрооборудования, а также от действия электрической дуги. Наиболее сильные ожоги происходят от действия электрической дуги в сетях 35 – 220 кВ и в сетях 6 – 10 кВ с большой емкостью сети. В этих сетях ожоги являются основными и наиболее тяжелыми видами поражения. В сетях напряжением до 1000 В также возможны ожоги электрической дугой (при отключении цепи открытыми рубильниками при наличии большой индуктивной нагрузки).

Воздействие тока на организм человека по характеру и последствиям поражения зависит от следующих факторов:

- величины тока;
- длительности воздействия тока;
- частоты и рода тока;
- приложенного напряжения;
- пути прохождения тока через тело человека;
- состояния здоровья человека и фактора внимания.

Величина тока, протекающего через тело человека, зависит от напряжения прикосновения У_{ПР} и сопротивления тела человека R_Ч.

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ПР}} / R_{\text{ч}}$$

Сопротивление тела человека – величина нелинейная, зависящая от многих факторов: сопротивления кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная и т. д.); от величины тока и приложенного напряжения; от длительности протекания тока.

Наибольшим сопротивлением обладает верхний роговой слой кожи:

- при снятом роговом слое $R_{ч} = 600 - 800 \text{ Ом}$;
- при сухой неповрежденной коже $R_{ч} = 10 - 100 \text{ кОм}$;
- при увлажненной коже $R_{ч} = 1000 \text{ Ом}$.

Для анализа травматизма сопротивление кожи человека принимают $R_{ч} = 1000 \text{ Ом}$.

С ростом тока, проходящего через человека, его сопротивление уменьшается, т. к. при этом увеличивается нагрев кожи и растет потоотделение. По этой же причине снижается $R_{ч}$ с увеличением длительности протекания тока. Чем выше приложенное напряжение, тем больше ток человека $I_{ч}$, тем быстрее снижается сопротивление кожи человека.

Оказывается, что биологическая ткань реагирует на электрическое раздражение, только в момент возрастания или убывания тока.

Постоянный ток как не изменяющийся во времени по величине и напряжению, ощущается только в моменты включения и отключения от источника. Обычно его действие тепловое (при длительном включении). При больших напряжениях он может вызывать электролиз ткани и крови. По мнению многих исследователей, постоянный ток напряжением до 300 В менее опасен, чем переменный ток того же напряжения. Большинство исследователей пришли к выводу, что переменный ток промышленной частоты 50 – 60 Гц является наиболее опасным для организма. Оказывается, что ток в теле человека проходит не обязательно по кратчайшему пути. Наиболее опасным является прохождение тока через дыхательные органы и сердце по продольной оси (от головы к ногам).

Часть общего тока, проходящего через сердце:

- путь рука - рука – 3,3 % общего тока;
- путь левая рука - ноги – 3,7 % общего тока;
- путь правая рука - ноги – 6,7 % общего тока;
- путь нога - нога – 0,4 % общего тока.

4.9.1. Первая помощь при поражении.

Если человек попал под электрическое напряжение, необходимо, не теряя ни одной секунды, освободить пострадавшего от тока. После освобождения от проводов человек может быть без сознания и не дышать.

Если пострадавший находится без сознания и не дышит, следует немедленно послать за врачом и сразу же приступить к искусственному дыханию. Искусственное дыхание необходимо делать непрерывно до прибытия врача.

Способы освобождения человека от электрического тока. Прикасаться к человеку, находящемуся под током, без применения мер предосторожности опасно. Поэтому электроустановка должна быть немедленно отключена. Если пострадавший находится на высоте, перед отключением принимают меры, устраняющие возможность несчастного случая при падении с высоты. Если быстро отключить установку нельзя, необходимо отделить человека от токоведущей части. При напряжении установки до 1000 В для этого можно воспользоваться сухой одеждой, канатом, палкой, доской или другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Чтобы оторвать человека от токоведущей части, можно также взяться за его одежду, если она сухая и отстает от тела.

Для изоляции рук при спасении пострадавшего следует надеть резиновые перчатки или обмотать руки шарфом, надеть на руки суконную фуражку, опустить на руку свой рукав и т. п. Для изоляции рук можно также надеть на пострадавшего прорезиненную ткань (плащ) или сухую ткань, встать на сухую доску или сухую, не проводящую электрический ток подстилку. При освобождении пострадавшего от тока рекомендуется действовать по возможности одной рукой.

Искусственное дыхание пострадавшему нужно делать до полного появления признаков жизни, т.е. когда пострадавший станет самостоятельно свободно дышать, или до явных признаков смерти. Смерть может констатировать только врач. После каждых пяти минут рекомендуется делать на 15 - 20 секунд перерывы для регулирования концентрации углекислоты в крови пострадавшего до нормы и стимулирования самостоятельного дыхания. Наряду с искусственным дыханием во всех случаях рекомендуется сильно растирать спину, конечности, кожу лица.

4.9.2. Методы защиты от электрического тока.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Цель защитного заземления - снизить до безопасной величины напряжение относительно земли на металлических частях оборудования, нормально не находящихся под напряжением. В результате замыкания на корпус заземленного оборудования снижается напряжение прикосновения и, как следствие, ток проходящий через человека, при прикосновении к корпусам.

$$U_{\text{ПР}} = \alpha * U_3 ; I_{\text{ч}} = U_{\text{ПР}}/R_{\text{ч}}.$$

Защитное заземление может быть эффективным только в том случае, если ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением сопротивления заземления растеканию тока в земле. Это возможно только в сетях с изолированной нейтралью, где при коротком замыкании ток I_3 почти не зависит от сопротивления R_3 , а определяется в основном сопротивлением изоляции проводов.

Заземляющее устройство бывает выносным и контурным. Выносное заземляющее устройство применяют при малых токах замыкания на землю, а контурное - при больших.

Согласно ПУЭ заземление установок необходимо выполнять:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока, 440 В и выше постоянного тока - во всех электроустановках;
- при напряжении выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и от 110 В до 440 В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;
- во взрывоопасных помещениях при всех напряжениях.

Для заземляющих устройств в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители:

- водопроводные трубы, проложенные в земле;

- металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие надежное соединение с землей;
- металлические оболочки кабелей (кроме алюминиевых);
- обсадные трубы артезианских скважин.

Запрещается в качестве заземлителей использовать трубопроводы с горючими жидкостями и газами, трубы теплотрасс.

Естественные заземлители должны иметь присоединение к заземляющей сети не менее чем в двух разных местах.

В качестве искусственных заземлителей применяют:

- стальные трубы с толщиной стенок 3.5 мм, длиной 2 - 3 м;
- полосовую сталь толщиной не менее 4 мм;
- угловую сталь толщиной не менее 4 мм;
- прутковую сталь диаметром не менее 10 мм, длиной до 10 м и более.

Все элементы заземляющего устройства соединяются между собой при помощи сварки, места сварки покрываются битумным лаком. Допускается присоединение заземляющих проводников к корпусам электрооборудования с помощью болтов.

Зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевой защитный проводник - проводник, соединяющий зануляемые части с нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Зануление применяется в сетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью. В случае пробоя фазы на металлический корпус электрооборудования возникает однофазное короткое замыкание, что приводит к быстрому срабатыванию защиты и тем самым автоматическому отключению поврежденной установки от питающей сети. Такой защитой являются: плавкие предохранители или максимальные автоматы, установленные для защиты от токов коротких замыканий; автоматы с комбинированными расцепителями.

При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключается, если ток однофазного короткого замыкания I_3 удовлетворяет условию $I_3 \geq k * I_n$, где I_n – номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток срабатывания автоматического выключателя, А; k - коэффициент кратности тока.

Для автоматов $k = 1,25 - 1,4$. Для предохранителей $k = 3$.

Проводимость нулевого защитного проводника должна быть не менее 50 % проводимости фазного провода. В качестве нулевых защитных проводников применяют голые или изолированные проводники, стальные полосы, кожухи шинпроводов, алюминиевые оболочки кабелей, различные металлоконструкции зданий, подкрановые пути и т.д.

Защитное отключение – это система защиты, автоматически отключающая электроустановку при возникновении опасности поражения человека электрическим током (при замыкании на землю, снижении сопротивления изоляции, неисправности заземления или зануления). Защитное отключение приме-

няется тогда, когда трудно выполнить заземление или зануление, а также в дополнение к нему в некоторых случаях.

В зависимости от того, что является входной величиной, на изменение которой реагирует защитное отключение, выделяют схемы защитного отключения: на напряжение корпуса относительно земли; на ток замыкания на землю; на напряжение или ток нулевой последовательности; на напряжение фазы относительно земли; на постоянный и переменный оперативные токи; комбинированные.

4.9.3. Организация безопасной эксплуатации электроустановок

К обслуживанию действующих электроустановок допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр при приеме на работу. Повторные медицинские осмотры персонала проводятся не реже 1 раза в 2 года. Обслуживающий электротехнический персонал должен изучать действующие Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ), а также знать приемы освобождения пострадавшего от действия электрического тока и оказания доврачебной помощи. Ежегодно электротехнический персонал подвергается проверке знаний Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. При положительном результате проверки знаний работникам электрохозяйств выдается удостоверение на право работы на электроустановках с присвоением квалификационной группы по технике безопасности II, V.

Организация эксплуатации электроустановок предусматривает ведение необходимой технической документации.

В документацию входят:

- эксплуатационный или оперативный журнал, в котором отмечаются прием и сдача смены, распоряжения начальника цеха об изменении режимов работы и т. д.;
- журнал для записи обнаруженных неисправностей, требующих устранения;
- журнал или ведомость показаний контрольно-измерительных приборов, а также журнал контроля за наличием, состоянием и учетом защитных средств;
- журнал производства работ и бланки нарядов на производство ремонтных и наладочных работ в электроустановках напряжением выше 1000 В.

Организационные мероприятия. Организационными мероприятиями, обеспечивающими производство работ в электроустановках, являются оформление работы нарядом или распоряжением; оформление доступа к работе; надзор во время работы; оформление перерывов в работе и переходов на другое место работы; оформление окончания работ. Наряд есть письменное распоряжение на работу в электроустановках, определяющее место, время начала и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работ, выдающие наряд или распоряжение; ответственного руководителя работ; лицо оперативного персонала – допускаю-

щий к работе; производителя работ или наблюдающего; рабочие, входящие в состав бригады.

4.10. Пожарная и взрывная безопасность

Пожары и взрывы являются самыми распространенными чрезвычайными событиями в современном индустриальном обществе.

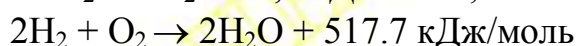
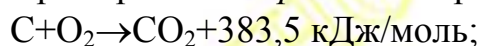
Пожаром называют неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве, опасное для людей и наносящее материальный ущерб.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов.

Рассмотрим основные физико-химические основы процесса горения.

Горение – это сложное, быстропротекающее превращение веществ, сопровождающееся выделением тепла и света.

Примеры *экзотермических* реакций:



Таким образом, для протекания процесса горения необходимо наличие трех факторов: **горючего вещества, окислителя и источника зажигания (импульса)**.

Окислители: кислород воздуха, хлор, фтор, оксиды азота и др.

Горение большинства веществ заканчивается, когда концентрация кислорода понижается с 21 до 14-18%. Некоторые вещества могут гореть при содержании кислорода менее 10 %, например, водород, этилен, ацетилен.

Источники зажигания: случайные искры различного происхождения, нагретые тела, перегрев электрических контактов.

Различают **полное и неполное горение**.

Процессы **полного горения** протекают при избытке кислорода, продуктами реакции являются вещества, неспособные к дальнейшему окислению: *вода, диоксиды серы и углерода ...*

Неполное горение: *недостаток кислорода, продукты реакции – токсичные и горючие вещества:* оксид углерода, спирты, кетоны, альдегиды.

В зависимости от свойств горючей смеси различают **гомогенное и гетерогенное** горение.

Гомогенное: горючее вещество и окислитель имеют одинаковое агрегатное состояние (смесь горючего газа в воздухе).

Гетерогенное: вещества при горении имеют границу раздела фаз (горение твердых и жидких веществ в воздухе).

По скорости распространения пламени:

дефлаграционное – скорость распространения пламени - десятки метров в секунду;

взрывное – сотни метров в сек.;

детонационное – тысячи метров в сек.

При пожаре на людей воздействуют следующие опасные факторы: повышенная температура воздуха или отдельных предметов, открытый огонь и искры, токсичные продукты сгорания, дым, пониженное содержание кислорода в воздухе, взрывы и др.

Группа горючести – показатель для всех агрегатных состояний.

По признаку горючести все вещества делятся на **горючие, трудногорючие и негорючие**.

Горючие (сгораемые) - вещества и материалы, которые продолжают гореть и после удаления источника зажигания.

Трудногорючие (трудносгораемые) – вещества, способные возгораться на воздухе от источника зажигания, но после его удаления самостоятельно гореть не могут.

Негорючие (несгораемые) вещества и материалы не способны гореть на воздухе.

Для количественной характеристики горючести веществ и материалов используют **показатель возгораемости В**:

$$V = Q_0 / Q_{ин} \text{ где}$$

$Q_{ин}$ - количество теплоты, полученный от источника поджигания;

Q_0 - количество теплоты, выделяемой образцом при горении в процессе испытания.

Если величина В более 0,5 – сгораемые вещества;

От 0.1 до 0.5 – трудносгораемые;

Менее 0.1 – несгораемые.

Температура вспышки – самая низкая температура горючего вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще не достаточна для устойчивого горения.

В зависимости от численного значения $T_{всп}$ жидкости относят к **легковоспламеняющимся (ЛВЖ) и горючим (ГЖ)**.

Для ЛВЖ $T_{всп} < 61^\circ\text{C}$ (вкл);

Для ГЖ $> 61^\circ\text{C}$.

В свою очередь ЛВЖ подразделяют в зависимости от $T_{всп}$ на три разряда:

Особоопасные ЛВЖ - $T_{всп}$ от -18°C и ниже (ацетон, диэтиловый эфир, изопентан...);

Постоянно опасные ЛВЖ с $T_{всп}$ от -18 до $+23^\circ\text{C}$ (бензол, толуол, этиловый спирт...);

Опасные при повышенной температуре ЛВЖ с $T_{всп}$ от 23 до 61°C (хлорбензол, скипидар, уайт-спирит...)

$T_{всп}$ используют при категорировании производственных помещений и зданий НПБ (105-95, 105-97) и при классификации ПО зон по ПУЭ (П-I, П-III).

Температура самовоспламенения ($T_{св}$) – самая низкая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

Отличие этого процесса от процесса возгорания в том, что при последнем процессе загорается только поверхность вещества или материала, а при самовоспламенении горение происходит во всем объеме. Процесс самовоспламенения происходит только в том случае, если количество теплоты, выделяемое в процессе окисления, превысит ее отдачу в окружающую среду.

Смеси горючих газов, паров и пыли с окислителем способны гореть только при определенном соотношении в них горючего вещества. Минимальную концентрацию горючего вещества, при котором оно способно загораться и распространять пламя, называют **нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ)**. Наибольшую концентрацию, при которой еще возможно горение называют **верхним концентрационным пределом воспламенения (ВКПВ)**. Область концентрации между этими пределами представляет собой **область воспламенения**.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов находящихся (обращающихся) в помещении
А взрыво- пожаро- опасная	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 5кПа.
Б взрыво- пожаро- опасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28° С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паро-воздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1 - В4 пожаро- опасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	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	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Категория А: цехи обработки и применения металлического натрия и калия, нефтеперерабатывающие и химические производства, склады бензина и баллонов для горючих газов, помещения стационарных кислотных и щелочных аккумуляторных установок, водородные станции и др.

Категория Б: цехи приготовления и транспортирования угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, обработки синтетического каучука, мазутное хозяйство электростанций и др.

Категория В: лесопильные и деревообрабатывающие цехи, цехи текстильной и бумажной промышленности, швейные и трикотажные фабрики, склады масла и масляное хозяйство электростанций, гаражи и др.

Категория Г: литейные, плавильные, кузнечные и сварочные цехи, цехи горячей прокатки металла, котельные, главные корпуса электростанций и др.

Категория Д: цехи холодной обработки металлов, пластмасс и т. д.

4.10.1. Тушение пожаров

Пожарная техника, предназначенная для защиты промышленных предприятий, классифицируется на следующие группы: пожарные машины, установки пожаротушения, средства пожарной и охранной сигнализации, огнетушители, пожарное оборудование, ручной инструмент, инвентарь и пожарные спасательные устройства.

К **автомобилям**, используемым при пожаротушении промышленных предприятий, относятся пожарные автоцистерны, насосорукавные автомобили, автолестницы, автонасосные станции, автомобили пенного и порошкового тушения и т.п.

На предприятиях широко применяют **установки водяного, пенного парового, газового и порошкового пожаротушения**. Тушение пожара **водой** является наиболее дешевым и распространенным средством. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, отнимая большое количество теплоты от горящих веществ. При испарении воды образуется большое количество пара, который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара.

Спринклерные установки представляют собой автоматические устройства тушения пожара водой. Их применяют в отопляемых помещениях. Спринклерные установки состоят из системы водопроводных труб, проложенных под потолком, в которые ввинчиваются специальные головки. Спринклерные установки применяют для автоматического пожаротушения здания и различного технологического оборудования в случаях, когда в качестве огнегасящего вещества допустимо применение воды и пены.

Дренчерные установки представляют собой также систему трубопроводов, но головки этих установок, в отличие от спринклерных, постоянно открыты. Вода поступает при срабатывании специальных клапанов или при открывании задвижек ручным способом. Дренчерные установки используют на открытых площадях, в неотапливаемых помещениях для орошения больших площадей. Их применяют также для создания водяных завес.

Пены, применяемые для тушения пожара, представляют собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по горячей поверхности, пена изолирует ее от пламени, вследствие чего прекращается поступление паров в зону горения и охлаждение верхнего слоя. По составу пена может быть **химической и воздушно-механической**.

Химическую пену применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и других веществ, которые можно тушить водой. Используют ее главным образом в огнетушителях. Химическая пена образуется при смешивании растворенной в воде щелочи (с пенообразующими добавками) с кислотой. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ, который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Химическая пена значительно легче огнеопасных жидкостей, и поэтому, плавая на поверхности, она препятствует выходу паров горячей жидкости в зону горения и тушит пожар.

Воздушно-механическую пену используют для тушения закрытых объемов (маслоподвалы, насосно-аккумуляторные станции) благодаря ее способности длительно сохранять свою структуру и скорости подачи в очаг пожара. Она представляет собой коллоидную систему, состоящую из пузырьков воздуха, оболочки которых состоят из воды с добавкой специального пенообразующего вещества. Пожаротушащий эффект воздушно-механической пены основан на охлаждении очага пожара, а также на изоляции зоны горения от доступа воздуха извне. Воздушно-механическую пену получают с помощью генераторов пены. **Водяной пар** широко используют на промышленных предприятиях для тушения пожара в помещениях объемом до 500 м³. Автоматические устройства для тушения паром не применяются, поскольку внезапная подача пара может вызвать ожоги людей. Необходимо следить, чтобы в помещении, где смонтирована система пожаротушения, не было открытых проемов, так как в этом случае не удастся создать необходимую концентрацию пара. Расчетное время пожаротушения паром примерно 3 мин.

Установки **газового пожаротушения** предназначены для автоматического пожаротушения различного технологического оборудования в тех случаях, когда применение других веществ недопустимо. Такие установки используют на крупных агрегатах и установках, где в технологических целях применяют масло. В установках газового пожаротушения используют инертные газы, главным образом **углекислый, азот, аргон, фреоны** и другие составы. Огнетушащее действие инертных газов заключается в понижении концентрации кислорода в очаге горения и торможении интенсивности горения, а также в отбирании значительного количества теплоты при контакте с очагом горения.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой и другими огнетушащими средствами, в том числе расплавленного металла, используют **порошковые составы**. К ним относятся: хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов (флюсы), карнолит, двууглекислый и углекислый натрий, поташ, квасцы и т.п. Огнетушащее действие сухих порошкообразных веществ заключается в том, что они своей массой, особенно при расплавлении, изолируют зону горения от окислителя, образуя плотную пленку.

В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители: **химические пенные** ОХП-10, газовые углекислотные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, порошковые ОПС-10 и специальные огнетушители типа ОУБ. **Газовые огнетушители** предназначены для тушения небольших очагов горения веществ и электроустановок, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа кислорода воздуха. В качестве огнетушащего средства в основном используют углекислоту. При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, попадая в зону горения, снижает концентрацию кислорода, охлаждает горящее вещество

Успех ликвидации пожара на производстве зависит прежде всего от скорости оповещения о его начале. Поэтому цехи, склады и административные помещения оборудуют пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация может быть электрическая и автоматическая. Электрическая сигнализация состоит из извещателей, которые установлены на видных местах в производственных помещениях, а также и вне их, для того чтобы возникший вблизи пожар не мог препятствовать подходу к извещателю. В автоматической пожарной сигнализации используют датчики, реагирующие на повышение температуры до определенного уровня, на излучение открытого пламени, дым. Применение того или иного извещателя определяется характером возможного пожара, контролируемой площадью, условиями производства.

Контрольные вопросы

1. Что такое микроклимат и терморегуляция?
2. Чем отличаются острые отравления от хронических?
3. Перечислите основные группы вредных веществ.
4. Как классифицируются системы вентиляции?
5. Расскажите о влиянии шума на человека.
6. Какие существуют принципы защиты от шума и вибрации?
7. Что такое аккомодация, конвергенция, адаптация?
8. В чем плюсы и минусы люминесцентных ламп?
9. Перечислите виды радиоактивного излучения.
10. В чем опасность радиоактивного излучения для человека?
11. Каковы основные методы защиты работников от электрического тока?
12. Наличие каких трех факторов необходимо для процесса горения?
13. Какие бывают категории помещения по пожарной опасности?
14. Какие автоматические системы используются для тушения пожаров?

5. Защита окружающей среды.

5.1. Антропогенное воздействие на природу.

Воздействие человека на природу Земли сводится к четырем главным формам:

- изменение структуры земной поверхности (распашка земель, горнодобыча, вырубка лесов, осушение болот, создание искусственных водоемов и водотоков и т. п.);

- изменение химии природной среды, круговорота и баланса веществ (изъятие и переработка полезных ископаемых, размещение отходов производства в отвалах, на полигонах, в атмосферном воздухе, водных объектах);

- изменение энергетического (в частности, теплового) баланса в пределах как отдельных регионов земного шара, так и на планетарном уровне;

- изменения в составе биоты (совокупности живых организмов) в результате истребления одних видов животных и растений, создания других видов (пород), перемещения их на новые места обитания (интродукция, акклиматизация).

Природные ресурсы - это совокупность естественных тел и явлений, которые общество использует в своих целях в настоящее время или сможет использовать в будущем.

В связи с нарастающими темпами использования природных ресурсов возникла проблема их исчерпаемости. Поэтому для инженеров важное значение имеет классификация, позволяющая оценить природные ресурсы с точки зрения их исчерпаемости и возобновимости.

К неисчерпаемым ресурсам относятся преимущественно процессы и явления, внешние по отношению к нашей планете или присущие ей как космическому телу. Прежде всего - это ресурсы космического происхождения, в частности энергия солнечного излучения, энергия движущегося воздуха, падающей воды, морских волн, течений, а также энергия приливов и отливов. Производными от космических ресурсов являются ресурсы климатические, к числу которых (кроме названных выше солнечного излучения и ветра) относятся и атмосферные осадки. Разумеется, эти ресурсы являются неисчерпаемыми лишь пока и поскольку существует Солнечная система.

К исчерпаемым ресурсам относятся все природные тела (живые и косные), находящиеся в пределах земного шара как физически конечного, имеющего конкретную массу и объем природного тела. **В состав исчерпаемых ресурсов** входит **животный и растительный мир, минеральные и органические соединения, содержащиеся в недрах Земли (полезные ископаемые).**

Все исчерпаемые ресурсы могут быть далее классифицированы по их способности к самовосстановлению. Например, ресурсы животного и растительного мира, безусловно, являются **возобновимыми**, поскольку способны самовоспроизводиться за счет обменных процессов.

К исчерпаемым невозобновимым ресурсам относятся ресурсы недр планеты, в первую очередь, руды металлов и неметаллов, подземные воды,

твердые строительные материалы (гранит, мрамор и т. п.), а также энергоносители (нефть, газ, каменный уголь).

Ведь их можно использовать только однократно, и способностью к самовосстановлению они не обладают. Они образовывались в течение сотен миллионов лет в прошлые геологические эпохи, включая те времена, когда на Земле происходили сложные электрохимические, вулканические, тектонические процессы. Каменный уголь, например, — это продукт фотосинтеза растений прошлых геологических эпох (мезозоя).

Древесина - совокупность полимеров растительного происхождения и как ресурс, способный к самовосстановлению, является исчерпаемым возобновимым.

Таким образом, при сохранении и накоплении общего запаса древесины в лесах, деловая, требующаяся производству **древесина** оказывается **исчерпаемым и лишь относительно возобновимым ресурсом**. Поскольку, однако, научно-технический прогресс направлен на освоение и использование любой древесины в промышленности, острота проблемы может быть снижена.

Вместе с тем запасы пресной воды, пригодные к использованию, составляют около 2,5 % ее общего объема, две трети из которых локализованы в ледниках и снежном покрове. Пресная же вода, образующая годовой сток, из-за разбавления в ней промышленных и бытовых сточных вод практически не пригодна к использованию без специальной обработки: очистки или водоподготовки. Это справедливо и для атмосферного воздуха, который в ряде городов и промышленных центров сильно загрязнен, и содержащиеся в нем примеси оказывают вредное воздействие на людей и другие живые организмы.

Таким образом, будучи неисчерпаемыми в количественном отношении, атмосферный воздух и вода являются почерпаемыми качественно, по крайней мере локально.

5.2. Методы и способы защиты воздушного бассейна

Загрязнение атмосферного воздуха является наиболее серьезной экологической проблемой в современном мире. Загрязненный воздух оказывает разрушительное воздействие на здоровье людей, сооружения и окружающую природную среду. Борьба с загрязнением воздуха является основной составляющей экологической политики большинства промышленных стран.

Для нормальной жизнедеятельности населения необходимо, чтобы не были превышены *предельно-допустимые концентрации (ПДК)* вредных для здоровья веществ.

Увеличение масштабов антропогенного загрязнения атмосферы делает необходимым использованием эффективных способов защиты от загрязнений, а также способов предупреждения вредного воздействия загрязняющих веществ. Поэтому охрана и защита атмосферы включает комплекс *технических, административных и экономических мер*, прямо или косвенно направленных на прекращение или, по крайней мере, уменьшения загрязнения атмосферы..

Охрана атмосферы представляет собой совместное выполнение мероприятий:

- мониторинг атмосферы и источников ее загрязнения;
- экологическое нормирование качества атмосферы, воздухоохранное нормирование и стандартизация технологических процессов, установок, продукции, оказывающей неблагоприятное воздействие на атмосферу;
- экономический и правовой механизмы охраны атмосферы и природопользования, влияющие на ее качество;
- производство и эксплуатация воздухоохранного оборудования и установок;
- экологическое образование, воспитание и пропаганда в этой области.

5.2.1. Физические методы очистки газов

Как правило, пылеулавливающие аппараты условно делят на следующие группы:

1. Сухие или механические пылеуловители, в которых частицы пыли удаляются из газового потока при помощи механических сил. Чаще всего используются циклоны различных конструкций и инерционные пылеуловители. Улавливание в циклонах происходит за счет центробежных сил, а в инерционных аппаратах за счет инерции частиц пыли при резком изменении направления (или скорости) газового потока. Эти аппараты могут быть использованы или самостоятельно, если частицы пыли достаточно крупные, или в качестве первой ступени очистки перед более эффективными аппаратами для снижения на них нагрузки;

2. Аппараты мокрой очистки, в которых производится промывка запыленного газа жидкостью или осаждение частиц пыли на жидкую пленку. Для осуществления первого варианта мокрой очистки запыленный поток промывают диспергированной жидкостью. Во время промывки частицы пыли захватываются каплями жидкости и выводятся из газового потока. В зависимости от режима температур, давлений и влажности газа в процессе промывки может происходить испарение капель или конденсация паров из газового потока, при этом частицы пыли являются ядрами конденсации. Этот эффект может значительно улучшить осаждение пыли.

В зависимости от способа диспергирования жидкости мокрые пылеуловители делят на три группы:

- форсуночные скрубберы, в которых диспергирование жидкости осуществляется с помощью форсунок, за счет энергии насоса;
- скрубберы Вентури, в которых дробление жидкости осуществляется за счет энергии турбулентного потока;
- динамические газопромыватели, где разбрызгивание жидкости осуществляется за счет механической энергии вращающегося ротора.

Аппараты мокрой очистки желательно применять на производствах, имеющих систему очистки воды, если же такой нет, то лучше по возможности использовать аппараты сухой очистки;

3. Фильтры, которые задерживают пыль при прохождении через них очищаемого газа. Фильтрация аэродисперсных потоков через пористые перегородки является одним из наиболее совершенных способов выделения взвешенных твердых и жидких частиц из газового потока. Фильтрующие аппараты характеризуются:

- более высокой степенью очистки (свыше 99 %) газов от взвешенных частиц любого размера по сравнению с другими аппаратами;
- универсальностью, т.е. способностью улавливать твердые частицы в сухом виде и жидкие частицы из туманов, возможностью работы при любых давлениях газов (выше или ниже атмосферного);
- меньшей зависимостью от изменения физико-химических свойств частиц пыли;
- простотой эксплуатации.

В пылеулавливании применяются тканевые, волокнистые, зернистые и другие фильтры. Осаждение происходит за счет непосредственного касания частиц пыли волокон (нитей) или зерен фильтрующей перегородки, действия сил инерции, диффузии и электростатического притяжения.

4. Электрофильтры, в которых отделение частиц пыли происходит под действием электрических сил (в коронном разряде). Запыленный газовый поток проходит через сильное электрическое поле, частицы пыли получают электрический заряд и ускорение, что заставляет их двигаться вдоль силовых линий поля с последующим осаждением на электродах. Электрофильтры для очистки газов от пыли работают обычно при постоянном напряжении, могут быть сухими и мокрыми, иметь одну зону, в которой происходит зарядка и осаждение частиц пыли, или несколько зон, где зарядка и осаждение осуществляются в разных зонах. Кроме того, электрофильтры бывают пластинчатые и трубчатые.

Эффективность работы электрофильтров достаточно велика и обеспечивает степень улавливания более 90%, причем эффективность улавливания частиц пыли размером 1 мкм достигает 88 %. При высокой входной запыленности наблюдается явление «запирания короны» (повышение напряжения зажигания коронного разряда), поэтому перед электрофильтрами часто ставят более простые и дешевые аппараты очистки, чтобы запыленность на входе в электрофильтр не превышала 100-150 г/м³.

5.2.2. Физико-химические методы очистки газов

Газообразные загрязнители удаляют из промышленных выбросов при помощи физико-химических или химических методов. Существует пять основных методов удаления газообразных загрязнителей: абсорбция, адсорбция, конденсация, сжигание горючих загрязнителей и химическая обработка.

1. Абсорбция. Метод основан на подборе такой жидкости, при прохождении через которую вредная примесь переходит в жидкую фазу абсорбента, растворяясь в нем без химических взаимодействий и образования новых химических веществ – это *физическая абсорбция*. Например, физическая абсорбция применяется для очистки природных газов и газов при производстве водорода

от сероводорода, диоксида углерода с использованием сульфолана, пропиленкарбоната. В тех случаях, когда абсорбенты вступают в химические реакции с очищаемым газом, например при очистке природных газов от сероводорода, диоксида углерода, диоксида серы с помощью водных растворов слабых оснований – аммиака, анилина, ксилидина, происходит процесс, называемый *химической абсорбцией*

Движущей силой абсорбции является разность между парциальным давлением растворенного газа в газовой смеси и его равновесным давлением над пленкой жидкости, контактирующей с газом. Если значение движущей силы не является положительным числом, то абсорбции не происходит. Если это значение представляет отрицательную величину, то происходит *десорбция*, и количество загрязнителей в обрабатываемом газе может возрасти.

Абсорбция протекает на поверхности раздела фаз в аппаратах, называемых абсорберами, поэтому абсорберы должны иметь развитую поверхность соприкосновения между газом и жидкостью. По способу образования этой поверхности абсорберы можно условно разделить на поверхностные, насадочные, распыливающие и барботажные.

Поверхностные абсорберы поглощают газ пленкой жидкости, образующейся на поверхностях, смачиваемых жидкостью и омываемых газом.

В качестве *насадочных абсорберов* широкое распространение получили колонны, заполненные насадкой – твердыми телами различной формы. В насадочной колонне насадка укладывается на опорные решетки, имеющие отверстия или щели для прохождения газа и стока жидкости.

Барботажные абсорберы представляют собой обычно вертикальные колонны, внутри которых размещены горизонтальные перегородки – тарелки. С помощью тарелок осуществляется направленное движение фаз и многократное взаимодействие жидкости и газа.

В распыливающих абсорберах контакт между фазами достигается путем распыливания или разбрызгивания жидкости в газовом потоке.

2. Адсорбция – это диффузный процесс, в котором повышенная концентрация отделяемого газообразного вещества образуется на границе раздела фаз в результате связывания этих веществ на поверхности твердого или жидкого соединения. Если между молекулами адсорбированного вещества и адсорбента не происходит химических реакций, то подобный процесс относится к физической адсорбции, в отличие от *хемосорбции*, когда происходит перенос или объединение электронов адсорбента и адсорбата, как у химических соединений.

При физической адсорбции адсорбированное вещество можно полностью удалить при обратном процессе (десорбции), например, понизив давление или увеличив температуру, а хемосорбированное вещество вернуть в газовую фазу невозможно, т.к. процесс необратим. Поскольку процессы хемосорбции идут только в тонких поверхностных слоях адсорбента, то для повышения эффективности процесса активную поверхность хемосорбента увеличивают за счет нанесения его тонкими слоями на поверхности инертного тонкодисперсного носителя.

В промышленности в качестве поглотителей чаще всего применяют активные угли и минеральные адсорбенты (силикагель, цеолиты и др.), а также синтетические ионообменные смолы (иониты).

Процессы адсорбции могут проводиться периодически (в аппаратах с неподвижным слоем адсорбента) и непрерывно в аппаратах с движущимся или кипящим слоем адсорбента.

3. Конденсация может быть применена для обработки систем, содержащих пары веществ при температурах, близких к их точке росы. Этот метод наиболее эффективен в случае углеводородов и других органических соединений, имеющих достаточно высокие температуры кипения при обычных условиях и присутствующих в газовой фазе в относительно высоких концентрациях.

Для удаления загрязнителей, имеющих достаточно низкое давление пара при обычных температурах, можно использовать конденсаторы с водяным и воздушным охлаждением. Для очень летучих растворителей возможна двухстадийная конденсация с использованием водяного охлаждения на первой стадии и низкотемпературного охлаждения – на второй. Замораживание до очень низких температур только с целью удаления загрязнителей редко является целесообразным; если в замораживании нет необходимости по каким-либо другим технологическим причинам.

Конденсацию можно проводить при непосредственном контакте или косвенном охлаждении. В первом случае охлаждаемый пар непосредственно контактирует с охлажденной или замороженной жидкостью. При косвенном охлаждении используется поверхностный конденсатор с металлическими трубками. Трубки охлаждаются жидким хладореагентом с другой стороны стенки.

4. Очистка газов дожиганием представляет собой метод очистки газов путем термического окисления углеводородных компонентов до CO_2 и H_2O . Это определение может быть полностью отнесено и к жидким отходам. В ходе процесса другие компоненты газовой смеси, например, галоген- и серосодержащие органические соединения, также претерпевают химические изменения и в новой форме могут эффективно удаляться или извлекаться из газовых потоков. С точки зрения охраны окружающей среды очистка газов методом дожигания обеспечивает требуемую чистоту выбросов в атмосферу с минимальным содержанием непрореагировавших углеводородов, оксидов азота и серы, галогенов и других органических соединений.

5. Химические методы очистки отходящих газов. Устранение нежелательных компонентов в газах с использованием химических методов означает, что в основе процесса лежит химическая реакция, и ее роль является преобладающей по сравнению с процессами адсорбции, абсорбции, конденсации или сжигания. В большинстве случаев, однако, технология сочетает в себе несколько операций и достаточно сложно классифицировать метод очистки в соответствии с перечисленными физико-химическими методами. Рассмотрим химические методы на примере очистки газов от оксидов азота и серы.

А. Очистка газов от оксидов азота. Наиболее часто для очистки от NO_x применяются два метода: некаталитическое гомогенное восстановление NO_x до

бавками аммиака и селективный гетерогенно-каталитический процесс восстановления оксидов азота в присутствии NH_3 .

- Некаталитический процесс основан на восстановлении NO до N_2 и H_2O в присутствии кислорода и вводимого восстановителя – аммиака (NH_3) и предназначен для очистки отходящих газов систем сжигания от оксидов азота.

- Метод селективного каталитического восстановления (СКВ) основан на реакции восстановления оксидов азота аммиаком на поверхности гетерогенного катализатора в присутствии кислорода. Термин селективный в данном случае отражает предпочтительное протекание каталитической реакции аммиака с оксидами азота по сравнению с кислородом. В то же время кислород является реагентом в каталитической реакции. Метод СКВ применим прежде всего к топочным газам в условиях полного сгорания – содержание кислорода в них не более 1% и отходящий газ подвергается химической реакции в окислительных условиях.

- Неселективное каталитическое восстановление (НСКВ). В данном методе восстанавливающий агент – аммиак заменяется другими восстановителями (H_2 , CO , углеводороды). Эти восстановители действуют неселективно, поскольку взаимодействуют с кислородом и SO_2 газового потока: это взаимодействие идет параллельно с целевой реакцией восстановления оксидов азота, что требует значительного избытка восстановителей.

Б. Очистка газов от SO_2 . Методы очистки газов от SO_2 предполагают предварительную стадию адсорбции SO_2 , но их основу составляют химические превращения оксидов серы в новое химическое соединение, выделяемое из газового потока.

- Процесс с использованием CuO/CuSO_4 . Метод обеспечивает одновременную очистку газов от NO_x и SO_x в присутствии катализатора – оксида меди (CuO), нанесенного на оксид алюминия. Топочный газ подается в реактор с параллельным расположением каналов для прохождения газового потока, заполненных катализатором.

- Методы с добавлением извести: приготовление гранул из угольной крошки с добавлением извести для использования в колосниковых топках и добавление порошкообразной извести к угольной пыли для использования в топках с форсуночным распылением топлива.

- Введение сухого сорбента позволяет снизить концентрацию диоксида серы на 50%. Сухой щелочной агент вдувается под давлением в магистраль отходящего топочного дыма, и прореагировавшие твердые продукты отделяются от потока. Для отделения используются тканевые фильтры.

5.3. Методы и способы защиты гидросферы

5.3.1. Общая характеристика загрязнений сточных вод

Термин сточные воды объединяет различные по происхождению, составу и свойствам воды, которые после использования человеком получили дополнительные загрязнения и изменили свое качество.

По своей природе загрязнения сточных вод подразделяют на органические, неорганические и биологические. Согласно классификации Кульского Л.А. все примеси сточных вод, независимо от их природы, разделены на 4 группы (табл. 5.1.).

Таблица 5.1.

Основные группы примесей по фазово-дисперсионному состоянию

Группа	Основная характеристика	Природа примесей	Рекомендуемые воздействия
1.	Нерастворимые в воде грубодисперсные примеси, образующие суспензии и эмульсии. Образуют с водой гетерогенные кинетически неустойчивые системы.	Нерастворимые примеси органической и неорганической природы; микроорганизмы	Выделение из воды под действием гравитационной или центробежной сил
2.	Коллоидная степень дисперсности с размером частиц не более 10^{-6} см. гидрофильные и гидрофобные коллоидные примеси этой группы образуют с водой гетерогенную систему с особыми молекулярно-кинетическими свойствами.	Коллоидные системы; высокомолекулярные соединения; из микроорганизмов - вирусы.	Разрушение агрегативной устойчивости примесей
3.	Молекулярная степень дисперсности с размером частиц не более 10^{-7} см. Образуют в воде гомогенные системы	Разнообразны по составу; во многом определяют показатели запах, окраска, БПК и ХПК	Биологические и физико-химические методы
4.	Ионная степень дисперсности с размером частиц не более 10^{-8} см.	Основания, катионы и их соли	Сложные физико-химические методы: ионный обмен, мембранная сепарация и т.д.

На рис. 5.1. приведены основные методы очистки сточных вод, эффективное использование которых позволяет обеспечить защиту гидросферы.

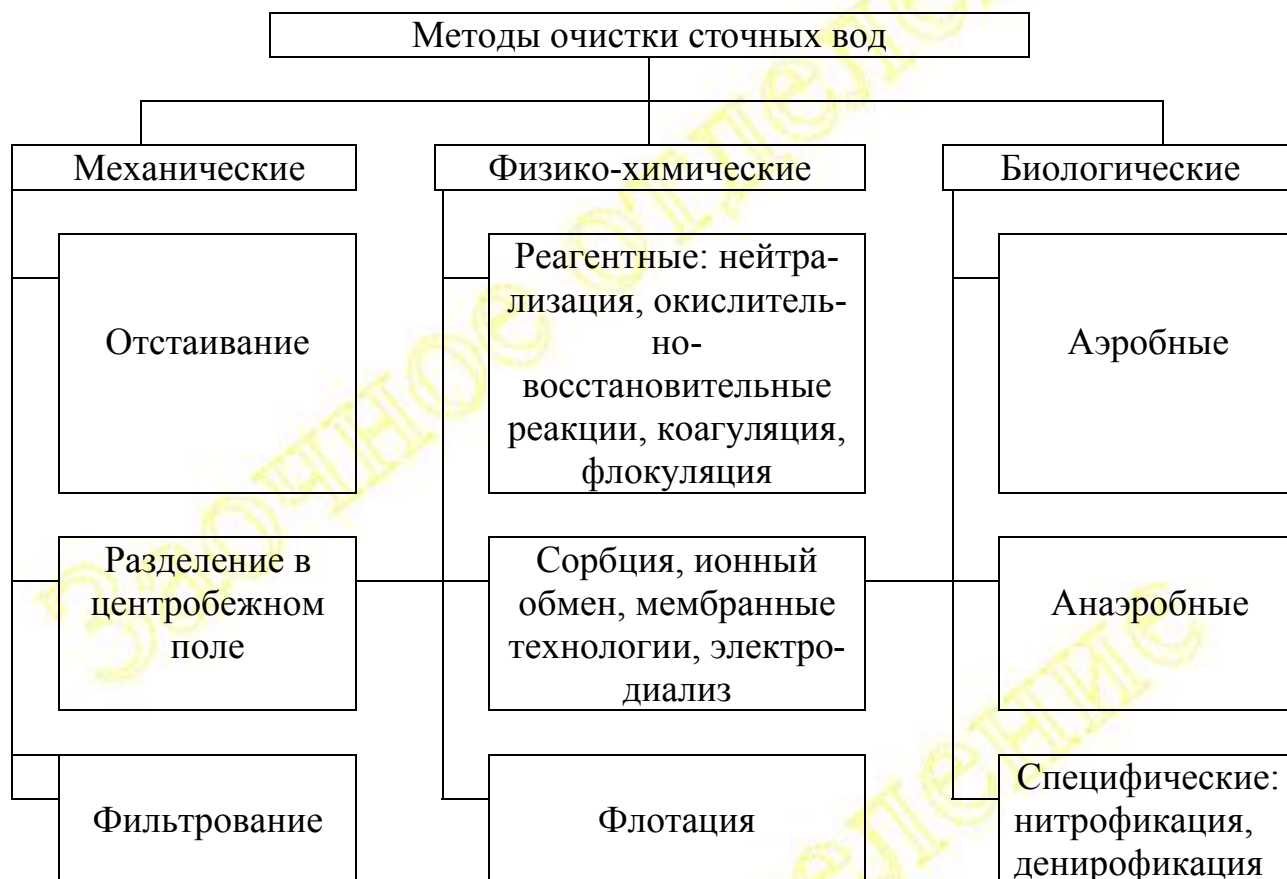


Рис. 5.1. Основные методы защиты водных источников

5.3.2. Механические методы очистки

Выделение нерастворимых примесей основано на двух различных принципах:

- Под действием силы тяжести и/или центробежных сил, зависит от размера и удельной массы частиц. Центробежные силы усиливают разделение. На этом принципе основана предварительная (грубая) очистка сточных вод. Степень очистки от 40 % до 70 % (с предварительной реагентной обработкой эффективность извлечения примесей возрастает до 90 %).

- Фильтрованием и процеживанием, когда вода, содержащая примеси пропускается через фильтрующий материал, проницаемый для жидкости и непроницаемый для твердых частиц. Данный метод используют для глубокой очистки (доочистки) сточных вод. Степень очистки достигает 99 %. Процесс сопровождается большими затратами энергии.

Самостоятельно механические методы очистки могут применяться, если объем сточных вод много меньше объема водоема, либо когда по требованиям производства очищенные механическим способом промышленными воды мо-

гут быть использованы в технологических процессах на предприятии (заводской или цеховой водооборот). На рис. 5.2. представлены основные аппараты, которые используются для механической очистки сточных вод.

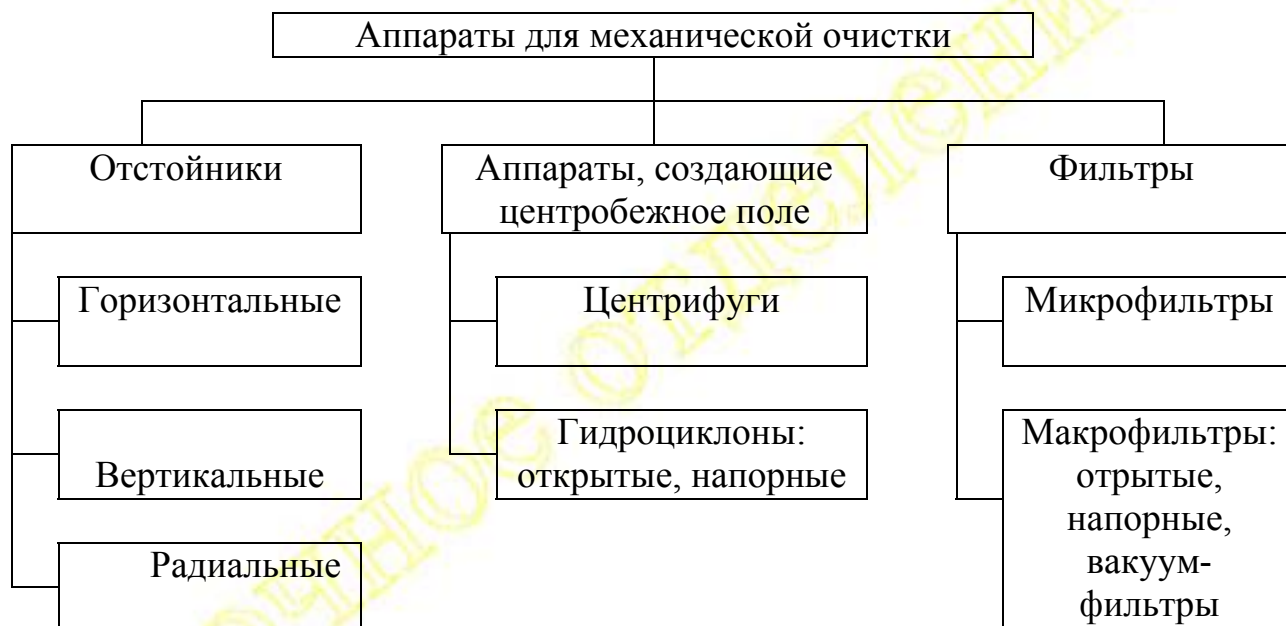


Рис. 5.2. Аппараты для механической очистки

1. Отстаивание

Отстаивание является самым простым, наименее энергоемким и дешевым методом выделения из сточных вод взвешенных веществ с плотностью, отличной от плотности воды. Для успешного разделения необходимо создание в очистном сооружении ламинарного режима течения жидкости. Под действием силы тяжести частицы загрязнений оседают на дно сооружения или всплывают на его поверхность. Применение гидроциклонов и центрифуг повышает эффективность разделения.

Для очистки бытовых сточных вод, перед отстойниками обычно размещают:

- решетки и сита, которые предназначены для задержания крупных загрязнений, преимущественно органического происхождения;
- песколовки, которые служат для улавливания примесей минерального происхождения, главным образом песка. Задерживают частицы диаметром более 0,25 мм.

Песколовки необходимо проектировать при пропускной способности очистных сооружений свыше $100 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Вертикальные отстойники – это, как правило, цилиндрические (или квадратные в плане) резервуары с коническим днищем диаметром до 10 м и производительностью до $3000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Движение осветленной воды в отстойниках происходит в вертикальном направлении - снизу вверх. Взвешенные частицы оседают в восходящем потоке воды. Достоинством вертикальных отстойников является простота их конструкции и удобство в эксплуатации; не-

достатком – большая глубина сооружений, что ограничивает их максимальный диаметр 9 м, невысокая эффективность осветления.

Эффективность осветления сточных вод в вертикальных отстойниках невысокая (обычно не превышает 40 % по снятию взвешенных веществ), что на 10 – 20 % ниже, чем в горизонтальных и радиальных отстойниках.

Вертикальные отстойники применяются в качестве первичных в общезаводских очистных сооружениях.

Горизонтальные отстойники – прямоугольные резервуары с глубиной зоны осаждения (Н) равной 1,5 – 4, 0 м, длиной 8 – 12 Н (иногда до 20 Н), с шириной коридора 3 – 6 м. Удаление осадка из них осуществляется гидравлическим методом или движущимися скребками. Равномерное распределение сточной воды по ширине отстойника производится с помощью поперечного лотка с водосливом или дырчатой перегородки. Для задержания плавающих веществ у выхода из отстойника устанавливают перегородку, погруженную в воду на 0,25 м.

Достоинства горизонтальных отстойников являются их относительно высокий коэффициент использования объема ($K_{отс}=0,5$) и достигаемый эффект осветления – 50 - 60 %; возможность их компактного размещения с другими очистными сооружениями.

Недостатками являются: неудовлетворительная надежность работы используемых в них механизмов для сгребания осадков тележечного или цепного типа, особенно в зимний период; капитальные затраты на строительство горизонтальных отстойников выше, чем для радиальных за счет более высокого расхода (на 30-40 %) расхода железобетона на ед. строительного объема.

Радиальные отстойники – обычно круглые в плане резервуары диаметром до 60 м (иногда более 100 м), вода в которых движется по радиусу от центра к периферии. Скорость движения воды переменная: в центре – максимальная, а на периферии минимальная. Сточная вода через центральное разделительное устройство поступает в отстойник, а осветленная вода собирается в круговой периферийный желоб

Достоинства радиальных отстойников – круглая в плане форма радиальных отстойников позволяет уменьшать необходимую толщину стеновых панелей за счет применения высокопрочной предварительно напряженной арматуры, что сокращает их удельную материалоемкость. Вращающаяся ферма обеспечивает простоту эксплуатации радиальных отстойников.

Существенный недостаток радиальных отстойников – повышенная скорость в зоне выпуска воды, что приводит к неэффективному использованию значительной части объема отстойника. Этот недостаток в значительной мере устранен в радиальных отстойниках с периферийной подачей сточной воды.

Тонкослойные отстойники отличаются малой глубиной осаждения. Применение тонкослойных отстойников может позволить увеличить расход воды пропорционально числу элементарных осветлителей (числу ярусов), либо пропорционально уменьшить габариты исходного осветлителя.

Пластинчатые тонкослойные отстойники состоят из ряда параллельно установленных наклонных пластин. Вода в отстойнике движется параллельно пластинам. *Такие отстойники перспективны для использования в качестве вторичных осветлителей.*

Достоинство тонкослойных отстойников заключается в их экономичности вследствие небольшого объема, возможности использования пластмасс, что упрощает их изготовление, уменьшает массу и снижает стоимость. Возможность реконструкции существующих отстойников путем установки трубчатых или пластинчатых - также важное преимущество.

Недостатки – требовательны к равномерности подачи сточной воды, сложность удаления осадка с полок.

2. Разделение в поле центробежных сил

Для выделения взвешенных веществ в поле центробежных сил могут применяться открытые, напорные, многоярусные гидроциклоны и центрифуги. Существенным преимуществом открытых гидроциклонов перед напорными являются большая производительность и небольшие потери напора, обычно не превышающие 0,5 м. Применяются они, главным образом, для выделения из сточных вод тяжелых примесей с гидравлической крупностью не менее 5 мм/с и при расходе сточных вод не менее 200 м³/ч на один аппарат. К подобным сточным водам относятся окалиносодержащие сточные воды прокатных цехов. Вода подается тангенциально в цилиндрическую часть аппарата.

Открытые гидроциклоны нередко работают в комплексе с другими сооружениями для механической очистки производственных сточных вод, являясь первой ее ступенью

В напорном гидроциклоне струя обрабатываемой жидкости поступает через тангенциальный патрубок в цилиндрическую часть и получает вращательное движение. Конструктивные размеры напорных гидроциклонов подбираются в зависимости от расхода сточных вод, концентрации и свойств содержащихся в ней примесей. При необходимости более глубокой очистки сточных вод применяют последовательную работу гидроциклонов различных типоразмеров.

Для разделения сточных вод, состоящих из двух и более фаз, суспензий (жидкость – твердое вещество), эмульсий (жидкость – жидкость) и аэрозолей (газ – твердое вещество или газ – жидкость), применяют метод центрифугирования. Процесс разделения систем происходит под действием центробежных сил и позволяет получить любую степень разделения.

Степень очистки от взвешенных веществ достигает 70 – 90 %, а с применением высокомолекулярных электролитов эффективность центрифугирования – 85 – 99 %.

3. Фильтрация

При фильтрации сточные воды проходят через пористый материал, который задерживает твердые частицы не задерживая жидкость (фильтрат).

Фильтрация воды происходит под действием разности давлений на входе в фильтр и на выходе из него и может протекать при атмосферном давлении; при повышенном давлении (напорное фильтрование); под вакуумом.

5.3.3. Физико-химические методы очистки.

Основными методами физико-химической очистки производственных сточных вод являются нейтрализация, химическое осаждение, восстановление, окисление, коагуляция, флотация.

1. Нейтрализация

Применяются следующие способы нейтрализации:

- Взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод
- Нейтрализация реагентами (растворы кислот, негашенная известь, гашенная известь, кальцинированная сода, каустическая сода, аммиак)
- Фильтрация через нейтрализующие материалы (известь, известняк, доломит, магнезит, обожженный магнезит, мел).

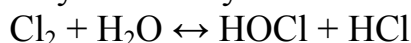
2. Химическое осаждение

Химическое осаждение сводится к связыванию ионов в малорастворимые соединения. Выбор осадителя зависит от произведения растворимости образуемых соединений (минимальное значение), стоимости и доступности реагента. Наиболее дешевый способ - перевод ионов тяжелых металлов в гидроксиды соответствующих металлов известкованием, обычно применяют 5 % раствор известкового молока. Применение сульфида натрия приводит к образованию более труднорастворимых соединений, чем гидроксиды.

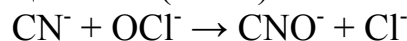
При превышении рН выше оптимального может происходить растворение гидроксидов, особенно это характерно для гидроксидов цинка. При последовательном применении гидрокарбоната натрия и едкого натрия образуются труднорастворимые соединения цинка $ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2 \cdot H_2O$ или меди $Cu(OH)_2CO_3$.

3. Окисление (хлорирование, озонирование, перекись водорода, фотохимия)

Очистка сточных вод хлором или его соединениями (хлорная известь, гипохлорит натрия, диоксид хлора ClO_2) – один из самых распространенных методов от токсичных цианидов, сероводорода, гидросульфида, сульфида, метилмеркаптаны, ксантогенаты и др. При введении в воду хлор гидролизует, образуя хлорноватистую и соляную кислоту:



При рН более 4 хлорноватистая кислота диссоциирует на ион гипохлорита (OCl^-) и ион водорода, максимальное количество гипохлорита образуется в щелочной среде при рН более 9. Например, в щелочной среде гипохлорит окисляет токсичные цианиды (CN^-) в цианаты (CNO^-):



Хлорирование – основной способ очистки питьевой воды.

Озонирование метод дорогой, требующий значительных затрат электроэнергии; вызывает коррозию металла, поэтому аппаратура должна быть изготовлена из нержавеющей стали и алюминия. Озон и его водные соединения разрушают сталь, чугун, медь, резину, эбонит.

Однако озон позволяет разрушать загрязнения, которые не подвергаются биохимическому окислению. Озон эффективен при очистке сточных вод от органики, цианидов, сероводорода, сернистых соединений, нефтепродуктов, марганца, углеводов. Процесс прост в аппаратурном оформлении, возможна полная автоматизация процесса, продукты окисления нетоксичны. К преимуществам озонирования относится образование незначительного количества осадка; отсутствие образования дополнительных примесей в обрабатываемой воде; производства окислителя на месте; возможность полной автоматизации.

Окисление воздухом, перекисью водорода

Технический кислород, кислород воздуха и перекись водорода также могут применяться для окисления фенолов, цианидов, роданидов, сероводорода и других примесей. В частности, для окисления сульфидных сточных вод целлюлозных, нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов кислород применяется более широко, чем хлорсодержащие реагенты.

4. Коагуляция

Присутствие тонкодисперсных загрязняющих веществ затрудняет отделение твердой фазы от жидкой, например при отстаивании. Процесс дестабилизации тонкодисперстных систем с применением солей поливалентных металлов и образованием хлопьев называется коагуляцией. Процесс коагуляции сопровождается сорбцией загрязняющих веществ на поверхности хлопьев коагулянтов, имеющих минимальный изокинетический потенциал.

Применяют следующие виды коагуляции:

Взаимная коагуляция золя с помощью регулирования режима нейтрализации. Этот метод может быть применен для очистки сточных вод, загрязненных ионами металлов с высокой валентностью (≥ 3), которые способны с изменением водородного показателя изменять величину и знак заряда. Кислая сточная вода разделяется на два равных потока, одна из которых нейтрализуется до $\text{pH} = 3,8 - 4,5$ с образованием положительно заряженных гидроксидов металлов, другой до $\text{pH} = 10 - 12$ с образованием отрицательно заряженных гидроксидов. При последующем смещении этих потоков происходит взаимная коагуляция золя и скорость их осаждения возрастает, получают нейтральную воду с pH не более 5. При этом совместно осаждаются гидроксиды металлов с валентностью ниже трех. Данный метод может быть использован для очистки кислых шахтных вод, загрязненных ионами железа и алюминия.

Коагуляция с применением реагентов

Процесс агрегирования с применением реагентов - коагулянтов нашел широкое применение для очистки сточных вод.

В качестве коагулянтов применяют следующие реагенты:

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ – сульфат алюминия,
- $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – оксихлорид алюминия,

- NaAlO_2 – алюминат натрия, представляет собой куски белого цвета, товарный продукт содержит 55% Al_2O_3 ;
- $\text{FeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – сульфат железа II (железный купорос),
- $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – сульфат железа III (железный купорос)
- FeCl_3 – хлорное железо,

При введении в воду солей алюминия и железа в результате реакции гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа и алюминия.

Для эффективного коагулирования необходимо образование нерастворимых, электрически минимально заряженных гидроксидов и хлопьев коагулянта, из которых при коагулировании в свободном объеме воды в свою очередь должны образовываться крупные твердые хлопья.

Электрохимическое коагулирование

Необходимые для коагулирования ионы алюминия или железа можно получить электрохимическим путем. Для этого используются безнапорные емкости – электролизеры (электрокоагуляторы), в которые опущены пластинчатые или цилиндрические электроды из алюминия или стали. Электролизер включается, как правило, в сеть, постоянного тока. В процессе анодного растворения металла в воду поступают ионы Al^{+3} или Fe^{+2} . Поскольку при стальных электродах выделяются ионы двухвалентного железа, то его окисляют сжатым воздухом или хлором до Fe^{+3} .

Электрохимическое получение коагулянта целесообразно применять при небольших расходах очищаемых вод.

2.5. Флотация

Метод основан на способности гидрофобных частиц прилипать к пузырькам воздуха и выноситься в пенный продукт. Флотационное выделение загрязняющих веществ из сточных вод может быть перспективным методом вследствие быстроты процесса (не более 30 мин). Применяют напорную, пенную и колонную флотацию (рисунок 5.3.).



Рисунок 5.3. Классификация флотационных аппаратов

Аппараты пенной сепарации применяют для удаления тонких взвесей, тонкодисперсных примесей. Напорная флотация используется для очистки от нефтепродуктов и взвешенных веществ.

Без применения реагентов степень очистки не превышает 20 %, применение реагентов позволяет повысить степень очистки до 93 %. Природные взве-

шенные вещества, как правило, имеют отрицательный заряд, пузырьки то же несут отрицательный заряд, поэтому вероятность контакта между взвесями и пузырьком низка. Для очистки сточных вод от ионов цветных металлов, например, в качестве собирателей используют тот же набор собирателей, что и для флотации соответствующего типа руды. Применение водорастворимых высокомолекулярных полимеров интенсифицирует процесс флотации. Применяют коагулянты.

Природа насыщения пузырьками может быть различным в зависимости от конструкции аэратора, системы подачи воздуха. Различают следующие схемы: прямоточная, когда вся очищаемая вода проходит через систему сатурации, а затем поступает во флотационную машину; рециркуляционная, когда через сатуратор проходит 20 – 50 % осветленной воды; частично прямоточной, когда 30 – 70 % неочищенной воды проходит через сатуратор, а остальная часть подается непосредственно во флотокамеру.

Электрофлотация. Метод электрофлотации применим для очистки от ионов цветных металлов в виде гидроксидов и основных углекислых солей, мелкодисперсных примесей, масел, нефтепродуктов и ПАВ. Электрофлотация (электрохимическая флотация) является сочетанием двух методов электрокоагуляции и пенной флотации. Сущность метода заключается в том, что в очищаемую воду помещаются электроды, подключенные к источнику питания. На аноде (например, графите) и катоде (никель, железо и др.) выделяются в виде микропузырьков соответственно кислород и водород. Способные к флотации или подготовленные к флотации частицы прилипают к пузырькам и выносятся в пенный слой (пенная флотация). В случае растворимого анода (например, железо, алюминий, медь и др.) ионы металла будут перемещаться к катоду; это явление сопровождается образованием гидроксидов металлов, которые являются хорошими коагулянтами.

Электрофлотацию целесообразно использовать для очистки сточных вод, содержащих суммарную концентрацию металлов не более 200-300 мг/дм³, в противном случае снижается концентрирование осадков в пенный продукт. При большей концентрации используют осаждение, а для доочистки электрофлотацию.

6. Сорбционные методы.

Сорбция один из эффективных методов глубокой очистки сточных вод. Эффективность сорбции обусловлена прежде всего тем, что сорбенты способны извлекать из воды многие неорганические и органические соединения, в том числе и биологически жесткие, не удаляемые из нее другими методами.

В качестве сорбентов могут использоваться все мелкодисперсные вещества, обладающие развитой поверхностью – опилки, зола, торф, глина, и т.п. Наиболее часто используются синтетические ионообменные смолы, угли, активированные неорганические материалы.

Механизм сорбции зависит от природы сорбента: на активированных углях преобладает молекулярная (физическая) сорбция, на ионитах – ионообменная реакция замещения; на неорганических сорбентах – молекулярная сорбция и

хемосорбция. Процесс сорбции может протекать в статических и динамических условиях. Сорбция в статических условиях используется в том случае, если сорбент представляет собой тонкодисперсное вещество.

Сорбция на активных углях позволяет добиться глубокой очистки вод до норм ПДК, особенно эффективно для очистки низкоконцентрированных сточных вод и для извлечения из сточных вод ценных компонентов (золота, урана, молибдена, рения и др.).

Обычно сорбция на активных углях используется в комбинации с другими методами, например с микробиологической очисткой и озонированием.

Сорбция на неорганических материалах. Для промышленной очистки больших объемов сточных вод чаще всего применяют кварц, тальк, доломит и известняк (расход 500-1000 мг/дм³), шлак к электросталеплавильных печей металлургических заводов (расход 75 – 200 мг/дм³). Также используют глины, вермикулит, золу ТЭЦ и цеолиты.

Применение ионообменных технологий

Очистка сточных вод с помощью ионообменных технологий является перспективным, но дорогостоящим методом.

Применение ионного обмена ограничивается степенью засоленности сточных вод. Солесодержание не должно превышать 2 г/л, содержание извлекаемых ионов в сумме не более 1 г/л.

Сорбционные технологии применяют для умягчения оборотной воды, обессоливания сточных и оборотных вод. Критерием применения сорбционной очистки должно являться соотношение между необходимой глубиной очистки воды и стоимостью организации очистки, которая включает переработку элюатов.

5.3.4. Биологические методы

Биологические методы основаны на способности микроорганизмов окислять сложные органические вещества до конечных продуктов – углекислоты и воды.

Биологические методы нашли широкое применение для очистки сточных вод различных производств, благодаря низкому расходу энергии, высокий возвратный энергетический потенциал (выделение газа во время сбраживания), отсутствие вторичного загрязнения воды, способность обеспечить жесткие нормы сброса, относительно невысокие эксплуатационные расходы.

Для биологической очистки сточные воды должны иметь рН в пределах 6,5-8,5. Температура не менее 20 С⁰, поэтому необходимо предусматривать обогревание биореакторов в холодное время года в нашей климатической зоне. О целесообразности применения биологических методов для очистки промышленных сточных вод позволяет судить отношение БПК_{полн}/ХПК, это соотношение должно быть не менее 0,67 (для бытовых сточных вод БПК_{полн}/ХПК = 0,86). Оптимальным для процесса очистки является соотношение БПК:N:P = 100:5:1. Случайное поступление тяжелых металлов (медь, хром VI, кадмий) даже в небольших количествах (0,1 мг/л) может нарушить деятельность бактерий. Низ-

коконцентрированные сточные воды: БПК <100 мг/л; среднеконцентрированные - БПК 100-500 мг/л; концентрированные – БПК > 500мг/л.

К бионеразлагаемым веществам относятся целлюлоза, угольная пыль, лигнин, тонин, опилки и др.

Микроорганизмы нуждаются в пропорциональном питании. Формула $C_{106}H_{180}O_{45}N_{16}P$ характеризует общий химический состав клеток биомассы. В промышленных сточных водах часто не хватает азота и фосфора.

На рисунке 5.4. приведена классификация основных аппаратов для реализации биологических методов очистки.



Рис. 5.4. Основные аппараты для биологической очистки

3.1 Аэробная очистка осуществляется организмами, нуждающимися в свободном кислороде воздуха, и происходит как в естественных условиях (водоемах, окислительных прудах, на полях орошения), так и на искусственных очистных сооружениях (в аэротенках различных систем, аэрофильтрах, биофильтрах). Чаще всего аэробная очистка осуществляется в аэротенках – открытых бассейнах проточного типа с принудительной аэрацией, содержащих активный ил. В иле находится огромное количество бактерий и простейших. Иловая смесь (сточная вода и активный ил) подвергается интенсивной аэрации, продолжительность которой зависит от концентрации примесей в сточной воде и заданной степени очистки.

На процесс влияют: достаточность питательной среды, температура, токсичные элементы, степень аэрации. Норма растворенного кислорода не менее 2 мг/л.

Заводские пруды являются частным случаем аэробной очистки и применяются для доочистки на многих металлургических предприятиях и обогатительных фабриках. Недостаток данного способа организации биологической очистки - гибель флоры и фауны при залповых сбросах сточных вод. Степень очистки лежит в пределах 95-99 %.

3.2 Анаэробные очистка, т.е. без доступа кислорода воздуха проходит в менатенках – резервуарах закрытого типа, содержащих анаэробный ил, который включает различные группы микроорганизмов, осуществляющих процессы брожения. Сложные органические соединения переходят в метан и диоксид углерода. Первое бактериальное сообщество, состоящее из кислотообразующих бактерий, переводит сложные органические соединения в более простые органические вещества (уксусную, пропионовую и масляную кислоты), которые служат источником питания второго сообщества метанобразующих бактерий, которые являются основными организмами анаэробного сбраживания; являются строгими анаэробами и очень чувствительны к температуре и изменению рН среды, Eh_2 системы колеблется от -0,2 до 0,3 Вольтт.

Анаэробные очистка ведется в диапазоне температур 30 – 60 °С.

К достоинствам анаэробного метода относятся возможность очистки очень загрязненных сточных вод без предварительного разбавления и относительно невысокие эксплуатационные расходы, так как отпадает необходимость в подаче воздуха, а влажность ила и его прирост во много раз меньше, чем аэробном процессе; кроме того в процессе сбраживания образуется значительное количество метана, который может быть использовать для нужд энергетики.

Недостатки процесса: невысокая скорость процесса, биологическая устойчивость некоторых органических соединений к разложению, высокая чувствительность анаэробных процессов к температуре и концентрации веществ, взрывоопасность, образующихся при брожении газов).

На основании вышеперечисленных методов очистки сточных вод можно рекомендовать следующие компоновочные технологические решения по удалению загрязняющих веществ в зависимости от типа сточных вод перед их сбросом в поверхностные водоемы.

Производственные сточные воды:

Сборник – усреднитель сточных вод ⇒ первичные очистные сооружения (отстойники, флотаторы) ⇒ реактор (смесители, камеры хлопьеобразования, аппараты для разделения) ⇒ доочистки (сорбция, фильтрация, мембранные технологии ⇒ сброс.

Бытовые сточные воды:

Решетки ⇒ песколовка ⇒ первичные отстойники ⇒ биореактор ⇒ вторичные отстойники ⇒ узел обезвоживания осадков ⇒ узел доочистки ⇒ узел обеззараживания ⇒ выпуск.

Поверхностные сточные воды:

Песколовки ⇒ отстойники ⇒ выпуск в поверхностные источники

В табл. 5.2. приведены сравнительная стоимость некоторых методов очистки.

Таблица 5.2.

Сравнительные данные по стоимости некоторых методов очистки

Метод очистки	Удельные капитальные затраты, у.е/м ³	Удельные эксплуатационные затраты, у.е/м ³
Биологическая доочистка (заводские пруды)	2,85	1,25
Хлорирование	1,2 – 47,5	0,8 – 16,7
Фильтрация через пористый материал	9,3	4,0
Известкование с применением коагулянтов	3,3	2,7
Ионообменная очистка	100,8	19,2

Таким образом, защита гидросферы осуществляется за счет организации эффективных схем очистки источников образования сточных вод и снижения нагрузки на естественные механизмы самоочищения водоемов.

Контрольные вопросы

1. Что такое «исчерпаемые ресурсы»? Приведите примеры.
2. Перечислите физические методы очистки воздуха.
3. Перечислите физико-химические методы очистки воздуха.
4. Как классифицируются загрязнения воды по фазово-дисперсному состоянию?
5. Перечислите механические методы очистки воды.
6. Какие вещества используются в качестве окислителей?
7. В чем суть процесса коагуляции?
8. Что такое флотация?

6. Классификация и общая характеристика чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация (авария) - внешне неожиданная, внезапно возникающая обстановка, характеризующаяся резким нарушением установившегося процесса или явления и оказывающая значительное отрицательное воздействие на жизнедеятельность людей, функционирование экономики, социальную сферу и природную среду.

Каждая ЧС имеет свою физическую сущность, свои, только ей присущие причины возникновения, движущие силы, характер и стадии развития, свои особенности воздействия на человека и среду его обитания.

Катастрофа - авария, сопровождающаяся гибелью людей.

Классификация чрезвычайных ситуаций:

а) по причинам возникновения:

- стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, ураганы, снежные заносы, грозы, ливни, засухи и др.);

- техногенные катастрофы (аварии на энергетических, химических, биотехнологических объектах, транспортных коммуникациях при перевозке взрывчатых грузов, продуктопроводах и т.д.);

- антропогенные катастрофы (катастрофические изменения биосферы под воздействием научно-технического прогресса и хозяйственной деятельности);

- социально-политические конфликты (военные, социальные).

б) по масштабу распространения с учетом тяжести последствий:

- локальные; объектовые; местные; региональные; национальные и глобальные.

в) по скорости распространения опасности (темпу развития):

- внезапные; быстро распространяющиеся; умеренные; плавные "ползучие" катастрофы.

Основные последствия ЧС:

- разрушения; затопления; массовые пожары; химическое заражение; радиоактивные загрязнения (заражение); бактериальное (биологическое) заражение.

Масштаб последствий (ущерб) ЧС (количество заболеваний, травм, смертей, экономические потери и т. д.) является следствием взаимодействия многих явлений - причин (факторов).

Основными причинами аварий и катастроф на объектах являются:

- ошибки допущенные при проектировании, строительстве и изготовлении оборудования;

- нарушение технологии производства, правил эксплуатации оборудования, требований безопасности:

- низкая трудовая дисциплина;

- стихийные бедствия, военные конфликты.

Наиболее характерными последствиями аварий являются взрывы, пожары, обрушение зданий, заражение местности сильнодействующими ядовитыми и радиоактивными веществами.

В развитии ЧС любого типа можно выделить четыре характерные стадии:

а) первая - стадия накопления проектно-производственных дефектов сооружений (зданий, оборудования) или отклонений от норм (правил) ведения того или иного процесса. Иными словами, это стадия зарождения ЧС, которая может длиться сутки, месяцы, а иногда годы и десятилетия;

б) вторая - инициирование чрезвычайного события;

в) третья - процесс чрезвычайного события, во время которого происходит высвобождение факторов риска - энергии или вещества, оказывающих неблагоприятное воздействие на население и окружающую среду;

г) четвертая - стадия затухания, которая хронологически охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности - локализации ЧС, до полной ликвидации ее прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т. д. последствий. Продолжительность данной стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

6.1. Принципы и способы обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.

Основными принципами защиты населения в ЧС являются:

а) заблаговременная подготовка и осуществление защитных мероприятий на всей территории страны. Этот принцип предполагает прежде всего накопление средств защиты человека от опасных и вредных факторов и поддержания их в готовности для использования, а также подготовку и проведение мероприятий по эвакуации населения из опасных зон (зон риска);

б) дифференцированный подход к определению характера, объема и сроков проведения этих мероприятий. Дифференцированный подход выражается в том, что характер и объём защитных мероприятий устанавливается в зависимости от вида источников опасных и вредных факторов, а также от местных условий;

в) комплексность проведения защитных мероприятий для создания безопасных и здоровых условий во всех сферах деятельности человека в любых условиях обстановки. Данный принцип обуславливается большим разнообразием опасных и вредных факторов среды обитания и заключается в эффективном применении способов средств защиты от последствий стихийных бедствий, производственных аварий и катастроф, а также современных средств поражения, согласованном осуществлении их со всеми мероприятиями по обеспечению безопасности жизнедеятельности в современной техносocиальной среде.

6.2. Характеристика чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Транспортные аварии

Отличительными особенностями транспортных аварий (катастроф) могут являться:

- удаление места катастрофы от крупных населенных пунктов, что усложняет сбор достоверной информации в первый период и объем оказания первой медицинской помощи пострадавшим;

- ликвидация пожаров (взрывов) на территории железнодорожных станций и узлов, связанная с необходимостью вывода железнодорожного состава с территории станции на перегоны, тупики и подъездные пути;
- необходимость использования тепловозов для рассредоточения составов на электрифицированных участках;
- затрудненность обнаружения возгорания в пути следования, отсутствие мощных средств пожаротушения;
- труднодоступность подъездов к месту катастрофы и затрудненность применения инженерной техники;
- наличие, в некоторых случаях, сложной медико-биологической обстановки, характеризующейся массовым возникновением санитарных и безвозвратных потерь;
- необходимость отправки большого количества пострадавших (эвакуация) в другие города в связи со спецификой лечения;
- трудность в определении числа пассажиров, выехавших из различных мест и оказавшихся в зоне аварии;
- организация отправки погибших к местам их захоронения в другие города;
- организация поиска останков погибших и вещественных доказательств путем прочесывания местности и т.д.

Внезапное обрушение сооружений и зданий

Этот тип аварий, как правило, происходит обычно не сам по себе, а инициируется каким-то побочным фактором. Например, большое скопление людей; активная производственная деятельность в разгар рабочего дня; проходящий подвижной состав и т. п.

В результате, эти чрезвычайные ситуации труднопредсказуемы и сопровождаются большими человеческими жертвами.

Аварии на электроэнергетических сетях

Подобные аварии приводят к ЧС, обычно, из-за вторичных последствий и при условии наложения на них каких-либо чрезвычайных условий. К особенно тяжелым последствиям приводят аварии на электроэнергетических сетях в зимнее время года, а также удаленных и труднодоступных районах.

Особенно характерны такие чрезвычайные ситуации для сельских районов или в особо холодные зимы из-за перегрузок энергосетей в связи с резким увеличением расхода энергии на обогрев.

Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения

Подобные аварии происходят обычно в городах, где большое скопление людей, промышленных предприятий, установившийся ритм жизни. Поэтому любая подобная авария, даже устранимая и не всегда опасная, сама по себе может вызвать негативные последствия среди населения.

Аварии на очистных сооружениях

Опасность данного типа аварий обусловлена не только резким отрицательным воздействием на обслуживающий персонал и близлежащие населенные пункты, но и большими залповыми выбросами отравляющих, ток-

сичных и просто вредных в больших количествах веществ в окружающую среду.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды ЧС.
2. Каковы причины техногенных ЧС?
3. Каковы основные принципы и способы обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях?

Заочное отделение

Расчетные задания.

Задача 1. Рассчитать избыточное давление взрыва в помещении, в котором находится работающий в проточном режиме в атмосфере водорода аппарат. При аварии аппарата водород поступает в воздух, и сгорает в факеле. Других горючих или взрывоопасных веществ и материалов в помещении нет, подача газа отключается автоматически.

Варианты заданий приведены в таблице. При расчетах учесть, что плотность водорода при 20 °С $\rho_{\text{вод}} = 0,083 \text{ кг/м}^3$.

Для расчета избыточного давления взрыва необходимо знать количество веществ, принимающих в нем участие. При определении количества вещества, принимающего участие во взрыве, считается, что происходит расчетная авария одного из аппаратов, все содержимое которого поступает в помещение, происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов в течение времени, необходимого для их отключения.

Избыточное давление взрыва (ΔP) для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов, С, Н, О, N, Cl, Br, I, F., определяется по формуле:

$$\Delta P = \frac{(P_{\text{max}} - P_0) \cdot m \cdot Z \cdot 100}{V_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{ст}} \cdot K_{\text{н}}} \quad (1)$$

где P_{max} - максимальное давление взрыва стехиометрической газозвушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, принимается (при отсутствии справочных данных) равным 900 кПа;

P_0 - начальное (атмосферное) давление, принимаемое равным 101 кПа;

m - масса горючего газа или паров ЛВЖ или горючих жидкостей, вышедших при расчете в помещение, кг;

Z - коэффициент участия горючего во взрыве, принимаемый равным 1 для водорода, 0,5 для других горючих газов, 0,3 для ЛВЖ и горючих жидкостей, 0,5 для горючих пылей;

$V_{\text{св}}$ - свободный объем помещения, м, принимаемый равным 80% объема помещения,

$\rho_{\text{г}}$ - плотность газа или пара при расчетной температуре, кг/м;

$C_{\text{ст}}$ - стехиометрическая концентрация горючего, % об., вычисляемая по формуле:

$$C = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \% \text{ об.}$$

где $\beta = n_c + \frac{n_{\text{H}} - n_x}{4} - \frac{n_0}{2}$ - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания ($n_c, n_{\text{H}}, n_0, n_x$ - число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего);

$K_{\text{н}}$ - коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения, принимаемый равным 3.

Масса (кг) поступившего в помещение при расчетной аварии газа определяется по формуле:

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_{г}, \text{ кг}$$

где V_a - объем газа, вышедшего из аппарата, м^3 ; V_T - объем газа, вышедшего из трубопроводов, м^3 .

При этом

$$V_a = 0.01 \cdot P_1 \cdot V$$

где P_1 - давление в аппарате, кПа; V - объем аппарата, м^3 .

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}$$

где V_{1T} - объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м^3 ;

V_{2T} - объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м^3 .

$$V_{1T} = q \cdot t$$

где q - расход газа в трубопроводе, $\text{м}^3/\text{с}$; t - время отключения трубопровода.

$$V_{2T} = 0.01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot r^2 \cdot L$$

где P_2 - давление в трубопроводе, кПа; r - внутренний диаметр трубопровода, м; L - длина трубопровода от аварийного аппарата до вентиля или задвижки, м.

Время отключения трубопровода t принимается равным 120 с, если имеется система автоматического отключения, и равным 300 с при ручном отключении.

Исходные данные к задаче 1.

№ вар	$V, \text{м}^3$	$P_1, \text{кПа}$	$P_2, \text{кПа}$	$r, \text{м}$	$L, \text{м}$	Объем помещения, м^3	$q, \text{кг/с}$
пример	2	160	200	0,03	20	250	0,01
1.	2,5	150	200	0,02	10	300	0,005
2.	3	200	300	0,02	20	400	0,02
3.	2,5	150	220	0,01	15	350	0,003
4.	3,5	150	250	0,02	15	350	0,01
5.	2,5	120	150	0,02	10	400	0,02
6.	2,5	160	300	0,02	12	450	0,03
7.	2	150	200	0,03	15	800	0,004
8.	3	200	250	0,02	20	700	0,05
9.	4	180	220	0,02	15	600	0,003
10.	4	150	200	0,03	20	500	0,02
11.	3	200	250	0,03	15	450	0,005
12.	2,5	180	190	0,02	10	400	0,002
13.	5	150	200	0,015	10	450	0,003
14.	4	170	200	0,015	15	500	0,006
15.	3	120	130	0,02	12	250	0,004
16.	2,5	130	160	0,04	14	600	0,05
17.	2	140	170	0,02	10	700	0,02
18.	3,7	165	185	0,015	15	650	0,005
19.	3,2	160	180	0,025	22	750	0,01

Пример решения:

Рассчитаем ΔP для помещения, где работает аппарат, в котором проходит поток метана. Других горючих или взрывоопасных веществ и материалов в помещении нет, подача газа отключается вручную. Плотность метана: $\rho = 0,717$ кг/м³. Остальные данные взяты по примеру из таблицы.

Для решения задачи по формуле (1) необходимо знать массу взрывающегося газа и стехиометрическую концентрацию горючего.

β находим по указанной выше формуле, при этом, кислород воздуха не участвует в формуле, поскольку выступает в роли окислителя в процессе горения. С учетом формулы метана CH_4 получаем: $\beta = 1 + \frac{4-0}{4} - \frac{0}{2} = 2$. Следовательно,

$$\text{но, } C_{CT} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36$$

Для определения массы взорвавшегося газа найдем последовательно V_{1T} , V_{2T} , V_T , V_A .

$$V_{1T} = 0,01 \cdot 300 \text{ (ручное отключение)} = 3 \text{ м}^3$$

$$V_{2T} = 0,01 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 0,03^2 \cdot 20 = 0,11 \text{ м}^3$$

$$V_T = 3 + 0,11 = 3,11 \text{ м}^3.$$

$$V_A = 0,01 \cdot 160 \cdot 2 = 3,2 \text{ м}^3.$$

$$\text{Тогда: } m = (3,11 + 3,2) \cdot 0,717 = 4,52 \text{ кг.}$$

$$\Delta P = \frac{(900 - 101) \cdot 4,52 \cdot 0,5 \cdot 100}{250 \cdot 0,8 \cdot 0,717 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{180574}{860,4} = 209,87 \text{ кПа.}$$

Задача 2. Определите количество светильников и общую мощность осветительной установки, обеспечивающей необходимую освещенность при общем искусственном освещении помещения, характеристика которого приведена в табл. 5.

Количество светильников N_{CB} со световым потоком ламп $\Phi_{л}$, обеспечивающих в данном помещении заданное значение освещенности E можно определить по формуле

$$N_{CB} = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot z}{\Phi_{л} \cdot n \cdot \eta}, \quad (2)$$

где K_3 - коэффициент запаса, зависящий от степени износа лампы и загрязненности воздуха, (табл. 2); S - площадь помещения, м²; $z = (E_{CP} / E_{min})$ - коэффициент минимальной освещенности. Для ламп накаливания и ламп газоразрядных высокого давления рекомендуется принимать $z = 1,15$ и для ламп газоразрядных низкого давления (люминесцентных) $z = 1,1$; $\Phi_{л}$ - световой поток лампы, лм; n - количество ламп в одном светильнике; η - коэффициент использования светового потока (табл. 3), зависящий от геометрических параметров по-

мещения (индекс помещения i) и отражательной способности потолка $\rho_{ном}$ и стен $\rho_{ст}$ (табл. 4).

Индекс помещения находим по формуле

$$i = \frac{AB}{(A+B) \cdot H_{св}}, \quad (3)$$

где A – длина помещения; B – его ширина; $H_{св}$ – высота подвеса светильников.

Суммарную мощность осветительных установок можно определить по формуле:

$$P_{оу} = P_{л} \cdot N_{св} \cdot n, \quad (4)$$

где: $P_{л}$ – электрическая мощность одной лампы, Вт; n – количество ламп в одном светильнике.

Если световой поток и тип лампы не заданы, то формула (2) решается относительно $\Phi_{л}$ и по найденному значению светового потока выбирается (табл.5) ближайшая стандартная лампа в пределах допусков $-10 - +20\%$. Если такое приближение не реализуется, то корректируется рассматриваемое число светильников.

Пример решения:

С учетом нашего типа светильника (ЛБ80) и характеристики воздушной среды помещения находим по табл. 2 коэффициент запаса $K_3 = 1,8$.

Вычислим площадь помещения ($A \cdot B$). $S = 9 \cdot 18 = 162 \text{ м}^2$.

Коэффициент минимальной освещенности (для люминесцентных ламп) $Z = 1,1$.

Световой поток (по табл. 4). $\Phi_{л} = 5200 \text{ лм}$.

Кол-во ламп в светильнике (из задания) $n = 2$

$H_{св}$ (из задания) = 3; $\rho_{ном}$ (из задания) = 50 %, $\rho_{ст}$ (из задания) = 30 %

$$i = \frac{AB}{(A+B) \cdot H_{св}} = \frac{162}{(9+18) \cdot 3} = 2$$

η (по табл. 3) = 0,4

$E = 500 \text{ лк}$ (по табл. 1)

$$N_{св} = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot z}{\Phi_{л} \cdot n \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 162 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{5200 \cdot 2 \cdot 0,4} = 38,55 \approx 39 \text{ шт.}$$

$$P_{оу} = P_{л} \cdot N_{св} \cdot n = 80 \text{ (из задания)} \cdot 39 \cdot 2 = 6240 \text{ Вт.}$$

Таблица 1. Освещенность производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Освещенность, лк		
				Комбинированное искусственное освещение		Общее искусственное освещение
				Всего	В т.ч. от общего освещения	
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	5000	500	-
			б	4000	400	1250
			в	2500	300	750
			г	1500	200	400
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	4000	400	-
			б	3000	300	750
			в	2000	200	500
			г	1000	200	300
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	2000	200	500
			б	1000	200	300
			в	750	200	300
			г	400	200	200
Средней точности	От 0,50 до 1,0	IV	а	750	200	300
			б	500	200	200
			в	400	200	200
			г	-	-	200
Малой точности	свыше 1 до 5	V	а	400	200	300
			б	-	-	200
			в	-	-	200
			г	-	-	200
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	-	-	-	200
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	-	-	-	200
Общее наблюдение за ходом процесса: постоянное периодическое	-	VIII	а	-	-	200
			б	-	-	75
			в	-	-	50
			г	-	-	20

Таблица 2. Коэффициент запаса, K_3

Характеристика воздушной среды производственного помещения	Примеры освещаемых помещений, рабочих поверхностей	Коэффициент запаса K_3	
		Газоразрядные лампы	Лампы накаливания
1	2	3	4
а) свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Литейный двор доменного цеха. Миксерное отделение сталеплавильного цеха. Разливочный и печной пролеты мартеновского цеха. Конвертерный цех.	2,0	1,7
б) 1-5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Разливочная машина доменных цехов. Низ мартеновской печи, склады скрапа, стрипперное отделение мартеновских цехов.	1,8	1,5
в) менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Подбункерное помещение, скиповая яма доменных цехов. Агрегаты непрерывного отжига, площадки устройств очистки металла, башенные печи, отделения отделки и упаковки цехов холодного проката листа.	1,5	1,3
г) значительные концентрации паров кислот, щелочей, газов	Цехи химических производств. Гальванические цехи.	1,8	1,5

Таблица 3. Определение коэффициентов использования светового потока, η

Светильник	СЗ			РСП			ГСП			НСП			ЛСП			ПВЛ		
Лампа	ДРЛ			ДРЛ; МГЛ			МГЛ; ДРЛ			ЛН, ЛНГ			ЛЛ			ЛЛ		
$\rho_{ном}$	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7
$\rho_{см}$	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5
i	Коэффициент использования светового потока, η																	
0,5	0,17	0,21	0,25	0,21	0,24	0,28	0,14	0,16	0,22	0,12	0,14	0,17	0,23	0,26	0,31	0,11	0,13	0,18
0,6	0,23	0,27	0,31	0,25	0,28	0,34	0,19	0,21	0,27	0,16	0,18	0,21	0,30	0,33	0,37	0,14	0,17	0,23
0,7	0,30	0,34	0,39	0,29	0,39	0,38	0,23	0,24	0,29	0,19	0,21	0,24	0,35	0,38	0,42	0,16	0,20	0,27
0,8	0,34	0,38	0,44	0,33	0,36	0,42	0,25	0,26	0,33	0,21	0,24	0,26	0,39	0,41	0,45	0,19	0,23	0,29
0,9	0,37	0,41	0,47	0,38	0,40	0,44	0,27	0,29	0,35	0,23	0,25	0,28	0,42	0,44	0,48	0,21	0,27	0,32
1	0,39	0,43	0,49	0,40	0,42	0,47	0,29	0,31	0,37	0,25	0,27	0,29	0,44	0,46	0,49	0,23	0,28	0,34
1,5	0,41	0,50	0,55	0,46	0,51	0,57	0,34	0,37	0,44	0,29	0,30	0,39	0,50	0,52	0,56	0,30	0,36	0,42
2	0,51	0,55	0,60	0,54	0,58	0,62	0,38	0,41	0,48	0,32	0,33	0,35	0,55	0,57	0,60	0,35	0,40	0,46
3	0,58	0,62	0,66	0,61	0,64	0,67	0,44	0,47	0,54	0,35	0,37	0,39	0,60	0,62	0,66	0,41	0,45	0,52
4	0,62	0,66	0,70	0,64	0,67	0,70	0,46	0,50	0,59	0,37	0,39	0,41	0,63	0,65	0,68	0,44	0,48	0,54
5	0,64	0,69	0,73	0,66	0,69	0,72	0,48	0,52	0,61	0,38	0,40	0,42	0,64	0,66	0,70	0,48	0,51	0,57

Таблица 4. Величина светового потока различных ламп

Тип лампы	Световой поток, лм	Тип лампы	Световой поток, лм
1	2	3	4
Лампы накаливания общего назначения			
Б 215-225-40-1	430	Г 245-255-150	2060
Б 215-225-60-1	730	Г 245-255-200	2880
Б 215-225-75-1	960	Г 245-255-300	4780
Б 215-225-100-1	1380	Г 245-255-500	8250
Б 215-225-150-1	2220	КГ 110-500	13000
Б 215-225-200-1	3150	КГ 110-1000	27000
Б 230-240-100-1	1360	КГ 110-2000	53000
Б 230-240-100-1	3150	КГ 220-360	7500
Б 235-245-100-1	1360	КГ 220-500	14000
Б 235-245-150-1	2180	КГ 220-1000	26000
В 215-225-25	220	КГ 220-1500	33000
БК 220-230-100	1500	КГ 220-2000	54900
БК 220-230-150	2380	КГ 220-10000	260000
БК 230-240-100	1485	КГ 220-230-5000	110000
В 245-255-25	215	КГ 220-230-10000	220000
Галогенные лампы накаливания			
Г 215-225-300-2	4850	КГ 240-1000	22000
Г 215-225-500-1	8400	КГ 240-2000	44000
Г 215-225-750	13100	КГТД 220-1000	2500
Г 215-225-1000	18800	КГТО 220-2500	2650
Г 230-240-150	2065	КГТО 380-7500	3350
Г 230-240-200	2910	КГИ 12-100	220
Г 230-240-350	4800	КГИ 24-250	950
Г 230-240-500	8300	КГЭ 24-150	2600
Г 230-240-1000	18610	КГЭ 24-250	4000
Газоразрядные ртутные лампы низкого давления (люминесцентные)			
ЛЗ40	2300	ЛБ40	3000
ЛР40	1000	ЛД40	2300
ЛДЦ40	2100	ЛБ65	4600
ЛБР40	2700	ЛД65	3750
ЛГ40	1050	ЛБ80	5200
Газоразрядные лампы высокого давления, металлогалогенных и ДРЛ			
ДРИ 1000	90000	ДРИШ 4000	370
ДРИ 2000	170000	ДРЛ 50	1400
ДРИ 3000	320000	ДРЛ 80	3600
ДРИ 3500	300000	ДРЛ 125	5900
ДРИЗ 175	6200	ДРЛ 250	13500
ДРИЗ 250	13700	ДРЛ 400	2400
ДРИЗ 400	24000	ДРЛ 700	41000
ДРИЗ 700	45000	ДРЛ 1000	58000

Таблица 5. Исходные данные для выполнения задачи № 2

№ варианта	Характеристика воздушной среды производственного помещения	А, м	В, м	Н _{св} , м	$\rho_{\text{пот}}$, %	$\rho_{\text{ст}}$, %	Z	Разряд зрительных работ	Характерный тип светильника	Тип и мощность источника освещения	n, шт
1	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	18	30	16	30	10	1,15	VII	СЗ5ДРЛ	ДРЛ 700	1
2	1-5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	12	24	3	50	30	1,1	IVб	ПВЛ	ЛБ 65	2
3	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	14	24	14	30	10	1,15	VII	СЗДРЛ	ДРЛ 250	1
4	1-5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	12	30	3	50	30	1,1	VI	ЛСП14	ЛР 40	2
5	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	24	24	10	30	10	1,15	VII	РСП10	ДРЛ 50	1
6	значительные конц. паров кислот, щелочей, газов	12	14	3	50	30	1,1	IIIб	ЛСП14	ЛД 40	2
7	1-5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	12	16	3	50	30	1,15	IVв	НСП	БК 150	1
8	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	12	12	5	50	30	1,15	IIIб	НСП	Г 300	1
9	1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	14	24	4	70	50	1,1	Iб	ПВЛ	ЛБ 80	2
10	значительные конц. паров кислот, щелочей, газов	12	30	7	30	10	1,15	IVб	РСП13	ДРЛ 50	1
11	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	18	24	12	30	10	1,15	Vа	ГСП19	ДРИ 1000	1
12	1-5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	16	24	4	50	30	1,1	IIб	ЛСП16	ЛБ 65	2
13	1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	9	12	3	70	50	1,15	Iв	НСП	Б 150	1
14	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	16	24	12	30	10	1,15	VII	СЗДРЛ	ДРЛ 250	1
15	1-5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	14	32	4	50	30	1,1	IIIб	ЛСП16	ЛД 65	2

16	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	12	30	10	30	10	1,15	Шв	РСП14	ДРЛ 125	1
17	значительные конц. паров кислот, щелочей, газов	14	32	12	30	10	1,15	VII	ГСП18	ДРИЗ 250	1
18	свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	18	18	9	30	10	1,15	VIб	РСП13	ДРЛ 50	1
19	1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	12	18	3	50	30	1,15	VI	НСП	БК 150	1
при мер	значительные конц. паров кислот, щелочей, газов	9	18	3	50	30	1,1	IIв	ПВЛ	ЛБ 80	2

Задача 3. Уровень радиации на объекте через N часов составил M рад/час. В какую зону радиоактивного заражения попадает объект?

Какую дозу получит работник, приехавший на объект через 5 часов после аварии и работавший в течении R часов.

Основным параметром для определения границ зон заражения является значение мощности дозы излучения на внешней границе зоны, приведенной ко времени 1 час, прошедшему после аварии. Уровень радиации определяется по формуле:

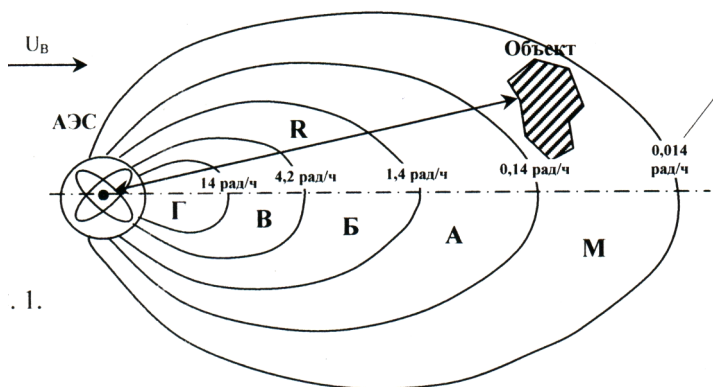
$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{-0,24} \quad (5)$$

T₁ – меньшее время после аварии

T₂ – большее время после аварии

P_{T₁} и P_{T₂} – мощности доз излучения соответственно в моменты времени 1 и

2.



. 1.

Доза облучения персонала определяется по формуле:

$$D_T = \frac{P_1 \cdot (T_K^{0,76} - T_H^{0,76})}{0,76 \cdot K_{осл}} \quad (6)$$

Исходные данные для расчета

№ вар.	N, час	M, рад/час	R, час	Коэфф-т ослабления
1	30	0,1	5	7
2	15	0,55	6	4
3	20	1,5	7	5
4	22	1,8	8	7
5	28	2,2	9	6
6	48	0,85	5	4
7	32	0,75	6	8
8	36	0,95	7	9
9	29	0,64	8	7
10	24	0,1	9	4
11	12	0,3	5	7
12	36	1	6	5
13	18	0,5	7	5
14	40	2,2	8	7
15	35	1,3	9	8
16	28	1,1	5	7
17	42	0,4	6	9
18	25	0,2	7	5
19	30	0,7	8	4
пример	24	0,65	9	6

Пример решения:

По формуле 5 определяем уровень радиации через 1 час. При этом дробь в скобках необходимо перевернуть (или изменить знак у степени скобки), поскольку мы по показателю большего времени находим показатель уровня радиации для меньшего времени.

$$P_1 = 0,65 \cdot \left(\frac{1}{24}\right)^{0,24} = 0,30 \text{ рад/час}$$

Определяем по схеме, в какую зону попадает объект. Зона А.

Найдем дозу, полученную работником на объекте по формуле (6).

$$D_T = \frac{0,30 \cdot (14^{0,76} - 5^{0,76})}{0,76 \cdot 6} = 0,27 \text{ рад.}$$

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ курсовой работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Первая буква фамилии	А,Я	Б,Ю	В,Э	Г,Щ	Д,Ш	Е,Ж	З,И	К	Л	М
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
№ курсовой работы	11	11	12	12	13	13	14	14	1	
Первая буква фамилии	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф,Х	Ч,Ц	

Темы курсовых работ.

1. Взаимоотношения человека с техносферой.
2. Охрана труда на производстве.
3. Вредные вещества в промышленности.
4. Производственная вентиляция.
5. Защита от вредных факторов (шум, вибрации, ионизирующие излучения).
6. Защита от опасных факторов (электрический ток, пожарная безопасность).
7. Физические методы защиты атмосферы.
8. Физико-химические методы защиты атмосферы.
9. Механические методы защиты гидросферы.
10. Физико-химические методы защиты гидросферы.
11. Биологические методы защиты гидросферы.
12. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.
13. Методы переработки и утилизации твердых отходов.
14. Энергосберегающие технологии.

Список рекомендуемой литературы

1. Безопасность жизнедеятельности. Краткий конспект лекций / Под ред. О.Н. Русака. – ЛС БЖД, 1991.
2. Дьяков В.И. Безопасность жизнедеятельности. Общие вопросы БЖД в условиях производства и природные аспекты БЖД / ИГЭУ. Иваново, 2000.
3. Дьяков В.И., Горбунов А.Г. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Курс лекций / ИГЭУ. Иваново, 2001.
4. Безопасность жизнедеятельности.: Учеб. для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова, – М.: Высш. шк., 1999.
5. Гражданская оборона / Ю.В. Боровской и др.; под ред. Е.П. Шубина. - М.: Просвещение. 1991. - 223 с.
6. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат. 1985. - 824 с.
7. Охрана труда в химической промышленности. / Г.В. Макаров и др. - М.: Химия, 1977.-586 с.
8. Перелет Р.А., Сергеев Г.С. Технологический риск и обеспечение безопасности производства. – М.:Знание. – 1988.
9. Основы учения о безопасности жизнедеятельности. Безопасность жизнедеятельности с основами экологии и охраны природы // Учебное пособие под ред. Гелашвили Д.Б. – Н.Новгород.: 1996.

Образец оформления курсовой работы

Санкт-Петербургский технологический институт
(Технический университет)

Кафедра обеспечения жизнедеятельности и охраны труда

Факультет _____

Курс _____

Группа _____

Учебная дисциплина: БЖД

КУРСОВАЯ РАБОТА

Тема _____

Студент
Руководитель,
должность

Личная подпись
Личная подпись

Расшифровка подписи
Расшифровка подписи

Оценка за
курсовую
работу

_____ Личная подпись руководителя

Санкт-Петербург
2007 г.

Ивачев Юрий Юрьевич

Безопасность жизнедеятельности

учебное пособие

Подписано в печать 17.12.2007. Формат 60x84 1/16. Бум. офсетная.
Нач. л.1. Печ.л. 5,9. Бум. л. 1,0. Тираж 100 экз. Зак. 262 от 17.12.2007 г.

**Издательство Санкт-Петербургского государственного технологического института -
технического университета. 198013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26**
Отпечатано РТП ИК «СИНТЕЗ» 198013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26