

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский политехнический университет»

Н.А. Чулков

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

**Издательство ТПУ
Томск 2010**

УДК 53(075.32)
ББК 22.3я723
П 37

Чулков Н. А.
П 37 **Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие.** – Томск:
Изд-во ТПУ, 2010. – 180 с.

В учебном пособии рассмотрены терминология дисциплины, опасные и вредные факторы среды обитания, их воздействие на человека; основы физиологии труда и нормативные требования к условиям жизнедеятельности; методы идентификации опасных и вредных факторов технических систем, средства защиты от их воздействия на человека и природную среду в штатных и чрезвычайных ситуациях; организационные, правовые и социально-экономические положения в области производственной безопасности.

Пособие подготовлено на кафедре «Экология и безопасность жизнедеятельности» для студентов ИДО направления 080100 «Экономика», специальностей 080103 «Национальная экономика», 080109 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», 080502 «Экономика и управление на предприятии (по отраслям)», 080507 «Менеджмент организации», 100103 «Социально-культурный сервис и туризм», 030602 «Связи с общественностью», 010502 «Прикладная информатика (в экономике)», 280202 «Инженерная защита окружающей среды».

УДК 53(075.32)
ББК 22.3я723

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета

Рецензенты:

М.В. Белов – кандидат физико-математических наук, начальник отдела
ОТиПБ транснефть.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной задачей, которую решал при написании данного пособия автор, являлось стремление максимально доступно и просто изложить сложные технические вопросы обеспечения безопасности труда для студентов гуманитарных специальностей.

Природная среда – биосфера – всё интенсивнее преобразуется человеком в его интересах и превращается в техносферу. Трудности человечества заключаются в том, чтобы эти неизбежные преобразования не ухудшили условия существования на Земле. Печально, что зачастую многие нововведения были не всегда обдуманными и не сопровождались анализом последствий. Вот почему в настоящее время требования безопасности и экологичности являются определяющими при создании и внедрении новых технических объектов и технологий. Хотелось бы, чтобы ни один новый проект, не отвечающий нормам безопасности и охраны окружающей среды, не мог быть реализован.

Таким образом, сама жизнь потребовала возникновения нового научного и образовательного направления – безопасности жизнедеятельности. ***Безопасность жизнедеятельности*** – это наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека с техносферой, целью которой является сохранение здоровья и жизни человека, защита его от опасностей техногенного, антропогенного и природного происхождения.

Деятельность человека является основой его существования. На трудовую деятельность на производстве и в быту приходится не менее 50 % жизни человека. А именно в процессе трудовой деятельности он подвергается наибольшей опасности. Анализ производственных аварий, травм, несчастных случаев, профессиональных заболеваний показывает, что основной причиной их является несоблюдение требований безопасности, незнание человеком техногенных опасностей и методов защиты от них. При этом человеческий фактор во многих случаях является главенствующей причиной возникновения опасностей. Вот почему изучение опасностей трудовой деятельности, причин их возникновения, методов и средств защиты должно являться одним из основных элементов профессиональной подготовки специалистов различного уровня.

При формировании содержания пособия автор придерживался следующих методических принципов:

- все проблемы возникают в системе «человек-производство-среда», поэтому для их разрешения необходимо изучить все звенья этой системы как источника опасности;
- уметь идентифицировать вредные и опасные факторы, формирующиеся в звеньях этой системы;
- получить навыки анализа и применения в выпускных квалификационных проектах и работах изученных методов и средств защиты от выявленных негативных значений факторов окружающей производственной среды.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) включает следующие темы: теоретические основы БЖД в системе «человек–производство–окружающая среда», правовые и организационные основы, анатомо-физиологические последствия воздействия на человека опасных и вредных факторов, их идентификацию, вопросы производственной санитарии и техники безопасности.

Приводится большой список опубликованной литературы по рассматриваемой тематике. Пособие основано на новейшей системе действующих государственных нормативных актов в области производственной безопасности, утверждённых органами законодательной власти на конец 2005 г.

Данное учебное пособие предназначено для студентов экономических специальностей и направлений гуманитарного факультета ИДО. Оно не является альтернативным имеющимся учебникам по курсу «Безопасность жизнедеятельности», но во многом облегчит студенту достижение образовательной цели – освоение знаний и успешная сдача экзамена.

Автор заранее благодарен всем, кто сочтёт целесообразным высказать замечания и пожелания по содержанию учебного пособия.

1. БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. Понятия и определения

Поддержание оптимальных (комфортных) условий деятельности и отдыха создаёт предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, продуктивности деятельности. Выбор оптимальных параметров среды обитания должен основываться на учёте физиологических показателей человека, требует знания анатомо-физиологических особенностей человека. Обеспечение безопасности труда и отдыха способствует сохранению жизни и здоровья человека из-за снижения травматизма и заболеваемости в условиях воздействия негативных факторов среды обитания. Целесообразность выбора и применения конкретных защитных средств обосновывается информацией, полученной при идентификации опасных и вредных факторов, генерируемых техническими средствами, техносферой, стихийными явлениями, экологическими происшествиями, чрезвычайными событиями.

Таким образом, безопасность жизнедеятельности – это наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания.

Среда обитания – существенная часть окружающей среды, обуславливающая в любой момент совокупность факторов (физических, химических, биологических, психофизиологических), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдалённое воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Техносфера – область биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия людским и социально-экономическим потребностям.

Биосфера – природная область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытавших техногенного воздействия. Биосфера неоднородна и представляет собой совокупность экосистем.

Биотоп – неорганическая основа (вода, воздух, почва) биологической ниши.

Биоценоз – совокупность всех растительных и животных организмов биологической ниши.

Круг практических задач БЖД 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.

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют, когда потоки вещества, энергии и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или окружающую среду. Ввиду этого взаимодействие человека со средой может быть позитивным и негативным. Различают следующие состояния взаимодействия в системе «человек–среда обитания»:

комфортное (оптимальное), или жизненно необходимое, когда создаются благоприятные условия деятельности и отдыха, предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и продуктивной деятельности;

допустимое (нейтральное), когда отсутствует негативное воздействие на здоровье человека, но взаимодействия в системе «человек-среда обитания» приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека;

опасное (вредное), когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая заболевания или деградацию окружающей среды;

чрезмерно опасное (ЧП), когда потоки энергии высоких уровней за короткий период могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в природной среде.

Из четырёх характерных состояний взаимодействия человека и окружающей среды лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два последние (опасное и чрезвычайно опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности, сохранения и развития природной среды.

Актуальность проблем БЖД. Данные о негативном воздействии факторов внешней среды на человека и природу свидетельствуют о неуклонном росте травматизма, числа и тяжести заболеваний, количества аварий и катастроф, увеличении материального ущерба, деградации природы. Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве погибают 200 тыс. чел. и 120 млн чел. получают травмы. В нашей стране эти цифры составляют до 15 тыс. и 500 тыс. человек соответственно. Ежегодно около 25 тыс. работающих получают инвалидность по труду. Постоянно возрастает не только общее число несчастных случаев, но и число крупных аварий и катастроф, приводящих к значительным материальным потерям и жертвам. Катастрофа на Чернобыльской АЭС привела к материальному ущербу в 17 млрд рублей, при этом погибло 30 и подверглось серьёзным лучевым заболеваниям примерно 200 чел., находившихся в зоне реактора, эвакуировано из опасной зоны около 100 000 человек.

Стремительное наращивание производственных мощностей, развитие энергетики и средств транспорта, интенсивная добыча природных ресурсов, широкое применение удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве, мелиорация и ирригация поставили ряд регионов страны на грань экологической катастрофы (экоцида). В экологически неблагоприятных условиях живёт пятая часть населения страны, в том числе 40 % городского населения. Достаточно привести, к примеру, такие регионы, как Средний и Южный Урал, Среднее Поволжье, Приазовье, Прикамье, Кузбасс, Приангарье. В условиях десятикратного превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных веществ в атмосферном воздухе проживает население более 74 городов с общей численностью более 50 млн человек. На более чем 60 % нашей территории здоровье населения ухудшается из-за низкого качества окружающей среды и продуктов питания. Ежегодно от экологических заболеваний на планете умирает 1,6 млн чел. В кризисных регионах существуют такие приоритетные заболевания, как злокачественные новообразования, болезни эндокринной системы, органов пищеварения, органов дыхания, системы кровообращения, кожи, органов чувств. Следствием напряжённой экологической ситуации в Российской Федерации является неуклонное снижение продолжительности жизни, особенно мужчин. В 42 регионах РФ рождаемость оказалась ниже смертности.

Неуклонно растёт число отравлений в сфере производства и в быту. Причины отравлений различны, но наиболее характерными являются недоброкачественные пищевые продукты, алкоголь,

токсичные жидкости, фармацевтические препараты, загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды.

На пожарах в РФ ежегодно погибает около 8,5 тыс. чел., получают травмы более 10 тыс. Основная часть людей гибнет на пожарах из-за удушья, неисправности каких-либо механизмов и приборов. Например, при сгорании телевизора «Горизонт» в помещении выделяются оксид углерода, стирол, формальдегид, цианистый водород, фенол.

По данным МЧС стихийные явления приводят к гибели до 250 тыс. чел. и подвергают опасности жизнь около 25 млн чел. в год. Так, при землетрясениях в мире погибает в год более 50 тыс. чел. Ниже приведены данные, характеризующие смертность людей на 100 тыс. чел.:

курение	21 900
автокатастрофы	1 600
авиакатастрофы	730
угледобыча	440
радон	400
пешеходы	290
проживание с курильщиком	200
рентгенодиагностика	75
велоспорт	75
некачественная питьевая вода	7
ураган	3
асбест	1

Приведённые данные должны убедить читателя в огромной актуальности проблем, связанных с обеспечением безопасности жизнедеятельности и сохранением природы на современном этапе развития общества.

В решении этих задач огромное значение придаётся науке. Хотя «Безопасность жизнедеятельности» как наука находится в начальной стадии своего формирования, её достижения и особенно перспективы несомненны. Её существование обусловлено реальным положением в сфере обеспечения безопасности человека на всех стадиях его жизни. На ближайшее время антропоцентризм будет основой в решении вопросов техносферы, хотя сохранится актуальность задач защиты биосферы при приоритете защиты человека, оставшегося в современном мире один на один с техносферой. Основная масса людей давно живёт уже не в биосфере, практически уничтоженной в регионах современных городов и промышленных зон.

Развитие науки о безопасности жизнедеятельности, несомненно, должно опираться на научные достижения и практические разработки в области охраны труда, окружающей среды, прогнозирования и защиты в чрезвычайных ситуациях, на достижения в профилактической медицине, биологии, основываться на законах и подзаконных актах.

Сохранение биосферы, обеспечение безопасности и здоровья человека – сложные, комплексные задачи. Их решение возможно лишь на базе определённого образовательного уровня всего населения страны и развития системы подготовки специалистов в области БЖД. Просматриваются, как минимум, четыре уровня образования в области БЖД. Высшая школа имеет отношение ко второму – на базе высшего общетехнического образования и к третьему – на базе специального технического, экономического, биологического и медицинского.

Разрабатывая новую технику, инженер обязан обеспечить не только её функциональное совершенство, технологичность и приемлемые экономические показатели, но и достичь требуемых уровней её безопасности и экологичности. С этой целью инженер при проектировании или перед эксплуатацией техники должен выявить все опасные и вредные факторы, установить их значимость, разработать и применить в конструкции машин средства снижения негативных факторов до допустимых значений, а также средства предупреждения аварий и катастроф. Основной задачей деятельности инженеров по БЖД должна быть комплексная оценка технических систем и производств с позиций БЖД, разработка новых средств и систем экобиозащиты, управления в области БЖД на промышленном и региональном уровнях. Подготовка специалистов такого уровня возможна лишь на базе отдельной специальности, например, на кафедре «Экология и безопасность».

Основными задачами ИТР являются выбор и поддержание комфортных условий труда при реализации производственных процессов, а также обеспечение допустимого риска воздействия на человека и природную среду опасных и вредных факторов технических систем. Конкретная роль инженера в обеспечении БЖД на производстве зависит от его должностных обязанностей.

Инженер-руководитель производственного процесса обязан:

- обеспечить оптимальные условия деятельности на рабочих местах подчинённых ему сотрудников;
- идентифицировать опасные и вредные факторы, сопутствующие реализации производственного процесса;
- организовать инструктаж или обучение работающих безопасным приёмам деятельности;

- обеспечить применение и правильную эксплуатацию средств защиты работающих и окружающей среды;
- постоянно осуществлять контроль условий деятельности, уровня воздействия опасных и вредных факторов на работающих и на окружающую среду;
- лично соблюдать правила безопасности и контролировать их соблюдение подчинёнными;
- при возникновении аварий организовать спасение людей, локализацию огня, воздействия электрического тока, предотвращение действия химических и других негативных факторов окружающей среды (ОС).

Инженер-разработчик технических средств и производственных процессов на этапе подготовки и проектирования производства обязан:

- идентифицировать опасные и вредные факторы, возникновение которых потенциально возможно при эксплуатации технических систем и реализации производственных процессов в штатных и аварийных режимах работы;
- оценить остаточный риск возникновения опасности (вредности), социальный и материальный ущерб при её реализации;
- применить в технических системах и производственных процессах экобиозащитную технику с целью снижения остаточного риска до допустимых значений;
- обеспечить конструктивными решениями непрерывный контроль за состоянием защитных средств и рабочих параметров системы или процесса, влияющих на уровень их безопасности и экологичности;
- сформулировать требования к уровню профессиональной подготовки оператора технических систем или производственных процессов.

1.2. Объект (предмет) изучения в «Безопасности жизнедеятельности»

Объект изучения в БЖД – это комплекс явлений и процессов в системе «человек – среда обитания», негативно воздействующих на человека и природную среду.

В жизненном цикле человека текущее состояние системы «человек – среда обитания» многовариантное. Наиболее характерными являются системы: «человек – природная среда (биосфера)», «человек – бытовая среда» и т. д. В течение суток существует определённая миграция городского жителя в системе «человек – среда обитания» с

конкретным временем нахождения в том или ином суточном секторе. Во всех вариантах системы «человек – среда обитания» постоянным компонентом является человек, а подвид среды обитания определяется его выбором. Приоритет в формировании и развитии негативных ситуаций практически во всех случаях также остаётся за человеком. Лишь при стихийных бедствиях ему отводится соподчинённая роль. К сожалению, аналогичную ситуацию всё чаще приходится наблюдать в системе «человек – техносфера». Когда техносфера доведена до состояния, не пригодного для существования животных, произрастания растений и проживания людей, человек теряет приоритетную роль в системе «человек– техносфера» и вынужден в конечном итоге либо покинуть зону проживания, либо расплачиваться своим здоровьем и продолжительностью жизни.

Для правильного понимания негативных явлений, происходящих в системе «человек – среда обитания», и достижения условий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности, необходимо изучение элементов, составляющих систему, и явлений, происходящих в ней. Набор элементов в каждой конкретной системе специфичен или вообще тот или иной элемент может отсутствовать. Поэтому до формирования науки «Безопасность жизнедеятельности» каждой системой занималась своя отрасль знаний. Так, безопасностью в системе «человек – производственная среда» занималась «Охрана труда», в системе «человек – природная среда» занималась «Экология», в системе «человек – чрезвычайное событие» – «Гражданская оборона» и т. д. Таким образом, интегральным предметом изучения в БЖ являются: объективные закономерности возникновения опасных и вредных факторов в биосфере и техносфере; анатомо-физиологические способности человека переносить воздействие опасных и вредных факторов среды обитания в обычных и чрезвычайных ситуациях; средства формирования комфортных и безопасных условий жизнедеятельности и сохранения природной среды; правовые и организационные начала обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Опасность – центральное понятие в безопасности жизнедеятельности. Опасность – это процессы, явления, предметы, оказывающие негативное влияние на жизнь и здоровье человека, способные причинить ущерб природной среде.

Аксиома о потенциальной опасности – основополагающий постулат БЖ: потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой обитания на всех стадиях жизненного цикла. Универсальность аксиомы заключается

в утверждении факта, что не существуют отдельно «хорошие» и «плохие» факторы ОС. Каждый из них может быть и тем и другим, всё зависит от конкретного уровня. Например, жизненно необходимая концентрация кислорода во вдыхаемом воздухе – 21 %. Но уже концентрации его менее 16 % и более 26 % делают воздух дискомфортным, другими словами, непригодным для поддержания нормальной жизнедеятельности.

Справедливость аксиомы можно проследить на всех этапах развития системы «человек – среда обитания». Так, на ранних стадиях своего развития человек непрерывно испытывал значительное воздействие опасных и вредных факторов естественного происхождения: пониженные и повышенные температуры воздуха, атмосферные осадки, грозовые разряды, контакты с дикими животными, стихийные бедствия и т. п. В условиях современного мира к естественным прибавились многочисленные факторы техногенного происхождения: вибрации, шумы, повышенная концентрация токсичных веществ в воздухе, водоёмах, почве; ионизирующие излучения, электромагнитные поля и др. К сожалению, любое новое позитивное действие или результат неизбежно сопровождаются возникновением новой потенциальной опасности (вредности) или группы таковых. На всех этапах своего развития человек постоянно стремился к обеспечению личной безопасности и сохранению своего здоровья. Это стремление было мотивацией многих его действий и поступков. Создание надёжного жилища – это стремление обеспечить себя и семью защитой от естественных опасных (молния, осадки, животные и т. п.) и вредных (пониженная или повышенная температура, солнечная радиация и т. п.) факторов. Но появление жилища грозило его обрушением, внесение в него огня – отравлением при задымлении, ожогами и пожарами. Наличие в современных квартирах многочисленных бытовых приборов и устройств существенно облегчает быт, делает его комфортным и эстетичным, но одновременно вводит целый комплекс опасных и вредных факторов: электрический ток, электромагнитное поле, повышенный уровень радиации, шумы, вибрации, опасность механического травмирования, токсичные вещества и т. п. Аналогично развиваются процессы и в производственной среде. Достигнутый прогресс в сфере производства в ходе научно-технического прогресса (НТП) сопровождается ростом числа и энергетического уровня опасных и вредных факторов производственной среды. Так, использование прогрессивных способов плазменной обработки материалов потребовало средств защиты работающих от токсичных аэрозолей, электромагнитного поля,

повышенного шума, от электрических сетей высокого напряжения. Создание двигателей внутреннего сгорания решило многие транспортные проблемы, но одновременно привело к повышенному травматизму на автодорогах, породило трудно решаемые задачи по защите человека и природной среды от токсичных выбросов (отработанные газы, пары масла, продукты износа шин) и отслуживших своё автомобилей.

Эта аксиома имеет два важных вывода:

1. Невозможно разработать (найти) абсолютно безопасный вид производственной деятельности человека.

2. Ни один вид деятельности не может обеспечить абсолютную безопасность для человека, т. е. нулевых рисков не бывает.

С момента своего появления человек перманентно (постоянно) живёт и действует в условиях изменяющихся потенциальных (возможных) опасностей. Все опасности носят потенциальный и всеобщий характер. Они могут быть везде, но не всегда приносить вред человеку и окружающей среде.

Опасности имеют ограниченную зону воздействия, которая называется *зоной действия опасности*. Только реализуясь во времени и в пространстве, опасности могут причинить вред здоровью человека (травмы, болезни, стрессы).

Источниками формирования опасностей в конкретной деятельности являются:

– сам человек как сложная система «организм-личность». Непригодными для реализации конкретной деятельности могут быть люди с плохим здоровьем, физиологическими ограничениями возможностей организма, психологическими расстройствами и т. д.;

– процессы взаимодействия человека и элементов среды обитания.

Для количественной оценки опасностей применяются различные характеристики. Наиболее распространённой является риск.

Риск (R) – количественная характеристика опасности, определяемая частотой реализации опасностей: это отношение числа случаев проявления опасности (n) к возможному числу случаев проявления опасности (N):

$$R = \frac{n}{N}.$$

Риск – безразмерная величина, его обычно определяют на конкретный период времени. Например, риск гибели человека на производстве в течение года можно рассчитать, если по статистическим

данным известно, что на производстве в год гибнет в среднем 7 000 чел., а число занятых в производстве 70 млн чел.:

$$R = \frac{7 \cdot 10^3}{7 \cdot 10^7} = 10^{-4}.$$

Различают риск индивидуальный и коллективный.

Индивидуальный риск характеризует опасность для отдельного индивидуума.

Коллективный риск (групповой, социальный) – это риск проявления опасности того или иного вида для коллектива, группы людей, для определённой социальной или профессиональной группы людей.

Невозможность достижения производственной безопасности предопределила введение понятия приемлемого (допустимого) риска.

Приемлемый (допустимый) риск – это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям. Таким образом, приемлемый риск представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения.

Экономические возможности повышения безопасности технических систем и снижения величины приемлемого риска ограничены. Затрачивая большие финансовые средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере производства, уменьшая соответственно средства, выделяемые на приобретение спецодежды, медицинское обслуживание, заработную плату и т. д. Уровень приемлемого риска определяется в результате учёта всех обстоятельств – технических, технологических, социальных и рассчитывается в результате оптимизации затрат на инвестиции в техническую и социальную сферу производства.

Величина приемлемого риска зависит от вида отрасли производства, профессии, вида негативного фактора, которым он определяется. Для потенциально опасных отраслей производства (например, угольной промышленности), опасных профессий (горноспасателей, пожарных и т. д.) величина приемлемого риска выше, нежели для отраслей и профессий, где количество опасных факторов меньше и уровень вредных факторов ниже.

В настоящее время принято считать, что для действия техногенных опасностей (технический риск) в целом индивидуальный риск считается приемлемым, если его величина не превышает 10^{-6} . Эта величина используется для оценки пожарной и радиационной безопасности.

Величина приемлемого риска 10^{-6} означает, что гибель одного человека на миллион людей считается допустимой. Это примерно соответствует риску гибели людей от природных опасностей.

Как было подсчитано выше, средняя величина реального риска на производстве в нашей стране составляет 10^{-4} , что существенно выше величины приемлемого риска. Это обстоятельство говорит о настоятельной необходимости повышения безопасности на производстве.

Мотивированный (обоснованный) и немотивированный (необоснованный) риск. В случае производственных аварий, пожаров для спасения людей и материальных ценностей человеку приходится идти на риск, превышающий приемлемый. В этом случае риск считается *обоснованным*, или *мотивированным*. Для ряда опасных факторов, например возникающих в случае радиационных аварий, установлены величины мотивированного риска, превышающего приемлемый риск.

Немотивированным (необоснованным) риском называют риск, превышающий приемлемый и возникающий в результате нежелания работников на производстве соблюдать требования безопасности, использовать средства защиты и т. д.

Воздействие на человека опасных производственных факторов (ОПФ) приводит к травмам и несчастным случаям.

Травма – это повреждение в организме человека, вызванное действием факторов внешней среды. В зависимости от вида травмирующего фактора различают травмы *механические* (нарушение целостности тканей и органов), *термические* (ожоги, обморожения), *химические* (вызванные воздействием химических веществ), *баротравмы* (в связи с быстрым изменением давления атмосферного воздуха), *электротравмы* (вызванные воздействием электрического тока), *психические* (вызванные тяжёлым психологическим потрясением, например в результате гибели на глазах у коллеги по работе) и т. д.

Комбинированная травма – травма, сочетающая несколько видов травм; например, при воздействии электрического тока может возникнуть электротравма, термическая и механическая травмы.

Производственная травма – травма, полученная в процессе трудовой деятельности на производстве.

Бытовая травма – повреждения в организме человека, не связанные с работой (поездкой на работу или с работы, выполнением своих непосредственных производственных обязанностей или действий по заданию руководства).

Несчастный случай – неожиданное и незапланированное событие, сопровождающееся травмой.

Несчастный случай на производстве – случай воздействия на работающего производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или задания руководителя работ.

Длительное воздействие на человека вредных производственных факторов (ВПФ) может привести к профессиональному заболеванию.

Профессиональное заболевание – это заболевание, причиной которого явилось воздействие на человека вредных производственных факторов в процессе трудовой деятельности. Например, длительное воздействие вибрации может вызвать виброболь, шума – тугоухость, радиации – лучевой болезни и т. д. Деятельность человека должна быть безопасна, хотя ни один вид деятельности не может быть абсолютно безопасен (нулевых рисков не бывает). Безопасность – это состояние, обеспечивающее приемлемый риск.

Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих негативных значений производственных факторов, называется *безопасностью труда*.

Структура дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» состоит из четырёх взаимосвязанных разделов: охрана человека в быту, охрана человека в процессе труда, охрана окружающей среды, охрана человека и окружающей среды в чрезвычайных ситуациях.

В соответствии со спецификой технического ВУЗа проблемы человека в бытовой среде мы рассматривать не будем, уделив основное внимание производственной проблематике и лишь вскользь – вопросам защиты окружающей среды в чрезвычайных ситуациях, подробно рассматриваемых в других курсах.

Охрана труда (ОТ) – система законодательных актов и норм, направленных на обеспечение безопасности труда и соответствующих им социально-экономических, организационных, санитарно-гигиенических и технических мероприятий. Обычно охрану труда рассматривают и классифицируют в такой последовательности:

1. Законодательно-организационные начала ОТ.
2. Производственная санитария (ПС).
3. Основы техники безопасности.
4. Основы пожарной профилактики.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной санитарии относится организация освещения и вентиляции на рабочих местах, очистка воздуха в рабочей зоне от вредных веществ, обеспечение оптимальных и допустимых параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха) на рабочих местах, защита от различного вида излучений (тепловых, электромагнитных, виброакустических, лазерных, ионизирующих).

Гигиена труда – это область медицины, изучающая трудовую деятельность человека и производственную среду с точки зрения их влияния на организм, разрабатывающая меры и гигиенические нормативы, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение профессиональных заболеваний. Задачей гигиены труда является определение предельно допустимых уровней вредных производственных факторов, классификация условий трудовой деятельности, оценка тяжести и напряжённости трудового процесса, рациональная организация режима труда и отдыха, рабочего места, изучение психофизиологических аспектов трудовой деятельности и т. д.

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных (травмирующих) производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механического травмирования движущимися механизмами, подъёмно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, методы и средства обеспечения пожаробезопасности и т. д.

Технические методы и средства, обеспечивающие производственную безопасность, называются *техникой безопасности*.

Первым и одним из наиболее важных этапов обеспечения безопасности труда является идентификация опасностей.

Идентификация опасностей – это распознавание опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик опасностей, вероятности, величины и последствий их проявления. Идентификация опасностей может включать оценку воздействия опасностей на человека и определение допустимых уровней опасных и вредных производственных факторов.

Охрана труда решает четыре основные задачи. Это:

- идентификация опасных и вредных производственных факторов;
- разработка соответствующих технических мероприятий и средств защиты от опасных и вредных производственных факторов;

- разработка организационных мероприятий по обеспечению безопасности труда и управление охраной труда на предприятии;
- подготовка к действиям в условиях проявления опасностей.

Идентификация опасных и вредных производственных факторов включает ряд стадий. Это:

- выявление опасных и вредных факторов, определение их полной номенклатуры;
- оценка воздействия негативных факторов на человека, определение допустимых уровней воздействия и величин приемлемого риска;
- определение (расчётное или инструментальное) пространственно-временных и количественных характеристик негативных факторов;
- установление причин возникновения опасности;
- оценка последствий проявления опасности.

Главной и наиболее сложной составляющей процесса идентификации производственных опасностей является установление возможных причин проявления опасности. Полностью идентифицировать опасность очень трудно. Причины некоторых аварий и катастроф остаются невыясненными долгое время. Идентификация опасностей может быть различного уровня: *полной, приближённой, ориентировочной*.

1.3. Законодательство по охране труда

Прежде чем приступить к работе, гражданин должен оценить себя на роль будущего работника с позиций, которые предоставляет ему трудовое законодательство. Затем вступить с работодателем в правовые (законные) отношения и только после этого приступить к выполнению трудовых обязанностей.

Законодательство Российской Федерации об охране труда состоит из соответствующих норм *Конституции Российской Федерации, Федерального закона об основах охраны труда в Российской Федерации* (1999 г.), Трудового кодекса Российской Федерации и издаваемых в соответствии с ними законодательных и иных нормативных и подзаконных *актов* Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации. Подзаконными актами являются правовые акты, издаваемые компетентными органами государственного управления во исполнение действующих законов.

В соответствии со *ст. 37 Конституции Российской Федерации* каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих

требованиям безопасности и гигиены. Согласно ст. 41 Конституции РФ каждый имеет право на охрану здоровья.

Подробную расшифровку этих лаконичных положений мы находим в Федеральном законе ..., который, прежде всего, объявляет государственную политику в области охраны труда, основные положения которой трудно поддаются либерализации в условиях рыночных отношений.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятия;
- установление единых нормативных требований по охране труда для предприятий всех форм собственности, независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчинённости;
- государственное управление деятельностью в области охраны труда, включая государственный надзор и контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных актов об охране труда;
- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- расследование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- установление компенсаций за тяжёлую работу и работу с вредными и опасными условиями труда;
- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
- подготовка и повышение квалификации по охране труда;
- организация государственной статистической отчётности об условиях труда, производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты.

В *Федеральном законе...* закреплено право работника на охрану труда. В соответствии с этим каждый работник имеет право на охрану труда, т. е.:

- а) на рабочее место, защищённое от воздействия вредных или опасных производственных факторов, которые могут вызвать

производственную травму, профессиональное заболевание или снижение работоспособности;

б) на возмещение вреда, причинённого ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей;

в) на получение достоверной информации от работодателя, государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о принятых мерах по его защите от воздействия вредных и опасных производственных факторов;

г) на отказ (без каких-либо необоснованных последствий для него) от выполнения работ в случае возникновения непосредственной опасности для его жизни и здоровья до устранения этой опасности;

д) на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных актов по охране труда за счёт средств работодателя;

е) на обучение безопасным методам и приёмам труда за счёт средств работодателя;

ж) на профессиональную переподготовку за счёт средств работодателя в случае приостановки деятельности или закрытия предприятия, цеха, участка либо ликвидации рабочего места вследствие неудовлетворительных условий труда, а также в случае потери трудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием;

з) на проведение инспектирования органами государственного надзора и контроля или общественного контроля условий и охраны труда, в том числе по запросу работника, на его рабочем месте;

е) на обращение с жалобой в соответствующие органы государственной власти, а также в профессиональные союзы и иные уполномоченные работниками представительные органы в связи с неудовлетворительными условиями и охраной труда;

к) на участие в проверке и рассмотрении вопросов, связанных с улучшением условий и охраны труда.

Право работников на здоровые и безопасные условия труда закрепляется в Трудовом кодексе РФ.

В содержание Трудового кодекса входят разделы: «Трудовой договор», «Рабочее время», «Время отдыха», «Гарантии и компенсации», «Охрана труда», «Профессиональная подготовка», «Переподготовка и повышение квалификации работников», «Трудовой распорядок», «Дисциплина труда», «Материальная ответственность сторон трудового договора» и др.

Решив заняться той или иной трудовой деятельностью, молодой человек должен решить вопрос о возрастном и половом соответствии выбранной профессии.

В кодексе регулируется труд работников в возрасте до 18 лет, устанавливаются для них льготы и ограничения. Запрещается применение труда лиц моложе 18 лет на тяжёлых работах (ручная переноска грузов), работах с вредными (отклонение от норм санитарно-гигиенических параметров производственной среды) и опасными (потенциальная возможность нерегламентного выделения энергии, подземные работы и работы на высоте) производственными факторами.

Запрещается применение труда подростков на работах, которые могут принести вред их нравственному развитию (обращение со спиртными, табачными, наркотическими и токсичными веществами); подростков запрещается отправлять в служебные командировки, привлекать к сверхурочной работе, работе в ночное время, в выходные и праздничные дни. Работать они должны по сокращённой рабочей неделе и иметь льготный отпуск в удобное для них время. Подростки имеют определённые льготы, связанные с их приёмом (увольнением) на работу и с обучением.

В нашей стране женщины и мужчины уравниваются в правах, но нельзя не учитывать физиологические особенности организмов. Поэтому Кодексом предусмотрены некоторые особенности регулирования труда женщин. Так, ограничивается применение труда женщин на тяжёлых, вредных и опасных работах. Ряд льгот предусмотрен для беременных женщин. Это необходимость временного перевода на другую работу, предоставление женщине дополнительных перерывов для кормления ребёнка, запрещение направления в служебные командировки, привлечения к сверхурочной работе, работе в ночное время, выходные и праздничные дни. Запрещается расторжение трудового договора с беременными женщинами и матерями до исполнения ребёнку трёх лет. Женщинам, по их заявлению и в соответствии с медицинским заключением, предоставляются отпуска по беременности и родам. По заявлению женщины ей предоставляется отпуск по уходу за ребёнком до достижения им возраста трёх лет.

Кодекс предусматривает прохождение предварительного и периодического медицинских осмотров для определения пригодности будущих и настоящих работников порученной работе.

Каждый вновь поступающий на работу, а также все работники организации, вплоть до руководителя, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда. Кроме того,

для всех работников работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. Вновь поступающие в организацию лица проходят *вводный инструктаж* в отделе охраны, затем – *первичный инструктаж* на конкретных рабочих местах. Все работники через определённое время проходят *периодический инструктаж* в рамках первичного инструктажа. При отклонениях от регламентной работы проводится *внеплановый инструктаж* и при направлении работника на случайные работы – *разовый инструктаж*.

Режим нахождения трудящегося на рабочем месте регулируется Правилами внутреннего трудового распорядка, которые не могут противоречить Федеральному законодательству, в частности ТК РФ. Здесь мы коснёмся только центрального вопроса этой темы – режима труда и отдыха.

Рассмотрим основные положения главы Кодекса о *рабочем времени*. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Предусмотрена сокращённая продолжительность рабочей недели для подростков, инвалидов и работников, занятых на вредных (опасных) работах. Например, преподаватели, врачи и работники культуры работают по 36-часовой неделе.

Нежелательным для систематической работы человека является ночное время (22 часа ÷ 6 часов утра). Продолжительность работы в ночное время сокращается на один час, кроме рабочих мест, на которых уже предусмотрена сокращённая продолжительность рабочей недели или сменная работа.

В качестве исключения может быть разрешена сверхурочная работа для выполнения неотложных работ, а также совместительство по инициативе работника. Сверхурочные работы не должны превышать для каждого работника четырёх часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год.

Основной структурной единицей рабочего времени является пятидневная рабочая неделя с двумя совмещёнными выходными. Однако ТК предусматривает и другие варианты, необходимость которых диктуется спецификой деятельности организации и должности работника. Это шестидневная рабочая неделя, предоставление выходных дней по скользящему графику. Некоторые категории трудящихся могут работать в режиме ненормированного рабочего дня, гибкого рабочего времени, сменной работы с разделением рабочего дня на части. В любом случае суммарная продолжительность рабочего времени не должна превышать нормального числа рабочих часов за учётный период.

В главе о *времени отдыха* прежде всего сообщается, какие существуют виды отдыха. Это: перерывы в течение рабочего дня, ежедневный отдых, выходные и праздничные дни, отпуска.

Перерывы на обед не включаются в рабочее время и не могут быть менее 30 минут. Не следует путать перерывы на обед с технологическими перерывами (в холодное время года, опасные и особо опасные работы), включаемыми в рабочее время.

Продолжительность еженедельного непрерывного отдыха не может быть менее 42 часов.

Общим выходным днём является воскресенье. Вторым выходным днём при пятидневной рабочей неделе, как правило, должна быть суббота. При необходимости выходные дни могут быть определены правилами внутреннего трудового распорядка.

Праздничные дни в последние годы ежегодно корректируются Государственной думой. При совпадении выходного и праздничного дней выходной день переносится на следующий после праздничного рабочий день. Привлечение граждан к работе в выходные и праздничные дни допускается только в исключительных случаях для выполнения неотложных задач. Запрещается привлечение к работе в выходные и праздничные дни инвалидов, беременных женщин и подростков.

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется всем работникам продолжительностью 28 календарных дней. Ежегодные дополнительные оплачиваемые отпуска предоставляются работникам, занятым на вредных и опасных участках, имеющим особый характер работы, работникам с ненормированным рабочим днём. Оплачиваемый отпуск предоставляется работнику ежегодно. Право на использование отпуска за первый год работы возникает у работника по истечении шести месяцев его непрерывной работы в данной организации. Очередность предоставления оплачиваемых отпусков определяется ежегодно в соответствии с графиком отпусков, являющимся прерогативой работодателя. Запрещается непредоставление ежегодного оплачиваемого отпуска в течение двух лет подряд. Часть отпуска, превышающая 28 календарных дней, по письменному заявлению работника может быть заменена денежной компенсацией. Замена отпуска денежной компенсацией беременным женщинам и работникам в возрасте до восемнадцати лет, а также работникам, занятым на тяжёлых работах и работах с вредными или опасными условиями труда, не допускается.

По семейным обстоятельствам и другим уважительным причинам работнику может быть предоставлен отпуск без сохранения заработной платы.

В соответствии с законодательством все рабочие места должны быть аттестованы и сертифицированы. *Аттестация* рабочих мест по условиям труда – это система анализа и оценки рабочих мест для проведения оздоровительных мероприятий, ознакомления работающих с условиями труда, *сертификации* производственных объектов, подтверждения или отмены права предоставления компенсаций и льгот работникам, занятым на тяжёлых работах и работах с вредными и опасными условиями труда. По результатам инструментальных измерений уровня вредных факторов на рабочем месте определяется класс условий труда (безопасные, вредные, опасные) и степень (1, 2, 3, 4 степени) вредных условий труда по гигиеническим критериям. По результатам обследования рабочего места на соответствие оборудования, инструмента, средств обучения и инструктажа требованиям нормативных и правовых актов определяется класс условий труда по травмобезопасности (оптимальные, допустимые, опасные). По результатам исследования характера труда определяется класс труда по степени тяжести (лёгкий, средней тяжести, тяжёлый трёх степеней) и напряжённости (оптимальный, допустимый, напряжённый трёх степеней) трудового процесса. Основным выводом по результатам аттестации каждого рабочего места является заключение о том, аттестовано или не аттестовано рабочее место на соответствие требованиям охраны труда. Под сертификацией подразумевается выдача сертификата одной из трёх категорий:

- категория I – аттестовано не менее 90 % имеющихся рабочих мест, на остальные представлены документы, обеспечивающие их переаттестацию в течение 6 месяцев;
- категория II – аттестовано не менее 75 % рабочих мест, на переаттестацию остальных отводится 1 год;
- категория III – аттестовано не менее 50 % рабочих мест, на переаттестацию остальных отводится 2 года.

Каждое рабочее место работодатель обязан обеспечить *инструкцией* по охране труда. Инструкция по охране труда – это нормативный акт, устанавливающий требования по охране труда при выполнении работ в производственных помещениях, на территории предприятия, на строительных площадках и в иных местах, где производятся эти работы или выполняются служебные обязанности. Инструкции также разрабатываются как для работников отдельных профессий (слесари, электросварщики, операторы ПЭВМ), так и на отдельные виды работ (работа на высоте, ремонтные работы,

наладочные работы). Министерствами и ведомствами могут разрабатываться типовые инструкции по охране труда для рабочих основных профессий. В этом случае инструкции на предприятии разрабатываются на основе типовых документов.

При отсутствии в правилах требований, соблюдение которых при производстве работ необходимо для обеспечения безопасных условий труда, работодатель (администрация предприятия) по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом принимает меры, обеспечивающие безопасные условия труда.

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам выдаются сертифицированные *средства индивидуальной защиты (СИЗ), смывающие и обезвреживающие средства*. Приобретение, хранение, стирка, чистка, ремонт, дезинфекция и обезвреживание СИЗ осуществляются за счёт средств работодателя. Он обязан обеспечивать хранение, стирку, сушку, дезинфекцию, дегазацию, дезактивацию и ремонт выданных работникам по установленным нормам специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ.

В качестве средств индивидуальной защиты выдаются очки (защитные), респираторы, маски, щитки, предохранительные пояса, диэлектрические (т. е. не проводящие электричество) галоши, перчатки, резиновые коврики, противогазы, защитные шлемы, каски, антифоны (противошумные наушники) и др. Нормы бесплатной выдачи рабочим и служащим спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений являются отраслевыми. На их основе работодатель по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом устанавливает перечень конкретных работ и профессий, дающих право работникам на получение спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

На работах с вредными условиями труда работникам выдаётся бесплатно (по установленным нормам) *специальное питание*. Чаще всего это бывает молоко или другие равноценные пищевые продукты. На работах с особо вредными условиями труда представляется бесплатно (по установленным нормам) *лечебно-профилактическое питание*.

Обеспечение *санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания* работников организаций в соответствии с требованиями охраны труда возлагается на работодателя. В этих целях в организации по установленным нормам оборудуются санитарно-бытовые помещения, помещения для приёма пищи, помещения для оказания медицинской помощи, комнаты для отдыха в рабочее время и психологической разгрузки; создаются санитарные посты с аптечками,

укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой медицинской помощи; устанавливаются аппараты для обеспечения работников горячих цехов и участков газированной солёной водой. Перевозка в лечебные учреждения или к месту жительства работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также по иным медицинским показаниям, производится транспортными средствами организации либо за её счёт.

Регламентная работа любой организации периодически может прерываться внештатными ситуациями, происшествиями с несчастными случаями. Действия и обязанности администрации в этих ситуациях определены в «Положении о расследовании и учёте несчастных случаев на производстве». О несчастном случае пострадавший или очевидец сообщает непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь, сообщить работодателю о несчастном случае, сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью людей и не приведёт к аварии. Расследование несчастного случая проводит комиссия в составе представителей работодателя и трудового коллектива. Комиссия по результатам расследования в трёхдневный срок оформляет акт по специальной форме (Н-1). Акт оформляется, если травма вызвала необходимость перевода работника на другую работу на один день и более или потерю трудоспособности на тот же срок. В трёхдневный срок после утверждения акта работодатель обязан выдать один экземпляр пострадавшему, а при смерти пострадавшего – родственникам погибшего или их доверенному лицу. Второй экземпляр акта хранится в течение 45 лет. Групповые, тяжёлые и смертельные несчастные случаи расследуются в течение 15 дней комиссией в составе государственного инспектора по охране труда, представителей работодателя, органа исполнительной власти субъекта РФ и профсоюзного органа, а кроме акта по форме Н-1 на каждого пострадавшего составляется специальный акт о расследовании. В соответствии с актом Н-1 определяются размеры возмещения вреда, устанавливается категория инвалидности, размеры страховых выплат и по судебным разбирательствам.

Государство защищает законные интересы работников, пострадавших на производстве, через систему *обязательного социального страхования*, регламентируемого Федеральным законом «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Этим законом

трудящемуся гарантированы определённые права на обеспечение по страхованию; экономическую заинтересованность страхователя в улучшении условий и повышении безопасности труда, снижении производственного травматизма и профессиональной заболеваемости; обязательность уплаты страхователями страховых взносов; дифференцированность страховых тарифов в зависимости от класса профессионального риска. Обеспечение по страхованию осуществляется: в виде пособия по временной нетрудоспособности в размере 100 % его среднего заработка; единовременной страховой выплаты в размере шестидесятикратного минимального размера оплаты труда (МРОТ); ежемесячной страховой выплаты в размере доли среднего месячного заработка, исчисленной в соответствии со степенью утраты им профессиональной трудоспособности; оплаты дополнительных расходов, связанных с дополнительной медицинской помощью, питанием, приобретением лекарств, уходом, протезированием, социальной реабилитацией; возмещения застрахованному морального вреда.

Средства на осуществление обязательного социального страхования формируются из обязательных страховых взносов страхователей в Фонд социального страхования Российской Федерации. Размер страхового тарифа зависит от класса профессионального риска отрасли (22 класса) и колеблется от 0,2 до 8,5 % от фонда оплаты труда. Государство стимулирует внимание работодателя в области охраны труда через систему скидок и надбавок к страховым тарифам.

В Федеральном законе детально регламентированы обязанности работодателя по обеспечению охраны труда на предприятии.

В соответствии с федеральным законодательством о труде и об охране труда предприятия, учреждения и организации обязаны создавать здоровые и безопасные условия труда, обеспечение которых возлагается на администрацию. Администрация обязана внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний работников.

Законодательные акты, кроме законов, могут включать указы Президента РФ, а также постановления, письма, положения и другие документы министерств и ведомств.

Нормативные правовые акты подразделяются на виды, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Виды нормативных правовых актов в области охраны труда

Наименование вида нормативного правового акта		Органы, утверждающие нормативные правовые акты
полное	сокращённое	
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ ССБТ	Госстандарт России
Отраслевые стандарты системы стандартов безопасности труда	ОСТ ССБТ	Федеральные органы исполнительной власти
Санитарные правила	СП	Госкомсанэпиднадзор России
Санитарные нормы	СН	
Гигиенические нормативы	ГН	
Санитарные правила и нормы	СанПиН	
Строительные нормы и правила	СНиП	Госстрой России
Правила безопасности	ПБ	Федеральные органы надзора в соответствии с их компетенцией
Правила устройства и безопасной эксплуатации	ПУБЭ	
Инструкции по безопасности	ИБ	
Правила по охране труда межотраслевые	ПОТМ	Минтруд России
Межотраслевые организационно-методические документы (положения, методические указания, рекомендации)	МУ МР	Минтруд России, федеральные органы надзора
Правила по охране труда отраслевые	ПОТО	Федеральные органы исполнительной власти
Типовые отраслевые инструкции по охране труда	ТОИ	
Отраслевые организационно-методические документы (положения, методические указания, рекомендации)		

По общности и действию законодательные и нормативные правовые акты подразделяются на пять уровней.

1. *Единые акты*, действующие на всей территории России для всех предприятий, организаций, учреждений и устанавливающие основные принципы и правила государства в области охраны труда. К ним относятся федеральные законы, указы Президента, постановления Правительства и федеральных министерств и ведомств. Такие акты утверждаются Государственной думой, Президентом, Правительством, федеральными министерствами и ведомствами.

2. *Межотраслевые акты*, действующие во всех отраслях экономики без исключения. К ним относятся, например, стандарты системы безопасности труда, санитарные нормы и правила работы с отдельными опасными и вредными производственными факторами, гигиенические

нормативы и др. Такие нормативные акты разрабатываются и утверждаются только специально уполномоченными федеральными органами.

3. *Акты субъектов Федерации*, действующие только на территории субъекта и регулирующие отдельные вопросы охраны труда применительно к субъекту. Они разрабатываются и утверждаются законодательными и исполнительными органами субъектов Федерации.

4. *Отраслевые акты*, действующие только в той или иной отрасли (металлургической, химической, текстильной) и не имеющие юридической силы в других отраслях. Они разрабатываются и утверждаются отраслевыми министерствами и ведомствами или другими уполномоченными органами применительно к конкретной отрасли.

5. *Нормативные правовые акты предприятия*, представляющие собой документы по охране труда, действующие только на конкретном предприятии (приказы, решения, инструкции).

Законодательные и нормативные правовые акты более низкого уровня не должны противоречить актам более высокого уровня. Так, отраслевые акты не должны противоречить межотраслевым, региональные – единым и межотраслевым, предприятий – отраслевым.

Основные нормативные правовые акты по безопасности труда охватываются Государственной системой стандартов безопасности труда, утверждаемой Агентством по техническому регулированию и метрологии. Это единый свод взаимосвязанных норм и правил, направленных на обеспечение безопасности труда. ССБТ устанавливает классификацию опасных и вредных производственных факторов, методы оценки безопасности труда, требования к организации работ по обеспечению безопасности труда, требования безопасности к производственному оборудованию, требования безопасности к производственным процессам, требования к средствам защиты работающих, требования безопасности к зданиям и сооружениям.

ССБТ – это одна из систем государственной системы стандартизации (ГСС). Шифр (номер) ССБТ в системе ГСС-12. ССБТ представляет собой многоуровневую систему взаимосвязанных стандартов по безопасности труда. Этой системой стандартизованы требования безопасности, введён раздел «Требования безопасности» во все виды проектной документации на серийно выпускаемую продукцию, а также в рабочую конструкторскую и технологическую документацию.

ССБТ включает в себя несколько подсистем (см. табл. 2).

Таблица 2

Подсистемы стандартов безопасности труда

Шифр подсистемы ССБТ	Наименование и содержание подсистемы
0	Организационно-методические стандарты – устанавливают цель, задачи, структуру ССБТ, область распространения, особенности согласования стандартов ССБТ, терминологию, дают классификацию ОВПФ, принципы организации работ по безопасности труда
1	Стандарты требований и норм по видам ОВПФ – устанавливают требования по видам ОВПФ и их ПДУ, методы и средства защиты от их воздействия, методы контроля их уровня
2	Стандарты требований безопасности к оборудованию – устанавливают общие требования безопасности к отдельным видам производственного оборудования, методы контроля выполнения этих требований
3	Стандарты требований безопасности к производственным процессам – устанавливают общие требования безопасности к отдельным производственным и технологическим процессам, методы контроля выполнения этих требований
4	Стандарты требований безопасности к системам защиты – устанавливают требования безопасности к системам защиты от ОВПФ
5	Стандарты требований безопасности к зданиям и сооружениям – устанавливают требования к зданиям и сооружениям

В ССБТ принята следующая система обозначений:

ГОСТ 12. X.XXX – XX

ГОСТ 12	X	XXX	XX
Шифр ССБТ в ГСС	Шифр подсистемы 0, 1, 2, 3, 4, 5	Трёхзначный порядковый номер стандарта подсистемы от 001 до 999	Две последние цифры – год утверждения или пересмотра стандарта. Например, для 1999 г. – 99

Например, ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» входит в подсистему 1, имеет порядковый номер 5 в подсистеме и утверждён в 1988 г.

1.4. Управление охраной труда

Чтобы законодательство эффективно действовало, оно должно быть обеспечено соответствующей управленческой структурой.

Государственное управление охраной труда осуществляется *Правительством Российской Федерации* непосредственно или по его

поручению федеральным органом исполнительной власти по труду и другими федеральными органами исполнительной власти. Распределение полномочий в области охраны труда между федеральными органами исполнительной власти осуществляется Правительством РФ.

Федеральные органы исполнительной власти, которым предоставлено право осуществления отдельных функций нормативного правового регулирования, имеющие специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции в области охраны труда, обязаны согласовывать принимаемые ими решения в области охраны труда, а также координировать свою деятельность с федеральным органом исполнительной власти по труду.

Управление безопасностью труда осуществляется управляющими органами нескольких уровней: федеральным, отраслевым, региональным, предприятий.

В соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны труда в Российской Федерации» управление охраной труда осуществляется органами исполнительной и законодательной власти, а также *Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации*. Непосредственные функции по управлению охраной труда в РФ осуществляет Федеральное агентство по социально-трудовым отношениям. Подразделения по охране труда созданы в органах исполнительной власти субъектов федерации.

Местная администрация в соответствии с Федеральным законом «О местном самоуправлении в Российской Федерации» обеспечивает соблюдение санитарных правил, норм и гигиенических нормативов на территории своих районов, в том числе на производственных объектах.

Важнейшим органом управления безопасностью труда является *служба охраны труда предприятия*, которая осуществляет контроль за соблюдением требований безопасности, определенных законодательными и нормативными правовыми актами, и организует работу по улучшению условий и охране труда на предприятии.

Для выполнения поставленных задач на службу возлагаются следующие функции:

- учет и анализ состояния и причин производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами;
- оказание помощи подразделениям в организации и проведении измерений параметров опасных и вредных производственных факторов, в оценке травмобезопасности оборудования, приспособлений;

- организация, методическое руководство аттестацией рабочих мест по условиям труда, сертификация работ по охране труда и контроль за их проведением;

- проведение совместно с представителями соответствующих подразделений и с участием уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или иных уполномоченных работниками представительных органов проверок, обследований технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов, приспособлений, средств коллективной и индивидуальной защиты работников, состояния санитарно-технических устройств, работы вентиляционных систем на соответствие требованиям охраны труда;

- участие в работе комиссий по приёмке в эксплуатацию законченных или реконструированных объектов производственного назначения, а также в работе комиссий по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования в части соблюдения требований охраны труда;

- согласование разрабатываемой в организации проектной конструкторской, технологической и другой документации в части требований охраны труда;

- разработка совместно с другими подразделениями планов программ по улучшению условий и охраны труда, предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, заболеваний, обусловленных производственными факторами; оказание организационно-методической помощи по выполнению запланированных мероприятий;

- участие в составлении разделов коллективного договора, касающихся условий и охраны труда, соглашения по охране труда организации;

- оказание помощи руководителям подразделений в составлении списков профессий и должностей, в соответствии с которыми работники должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры, а также списков профессий и должностей, в соответствии с которыми на основании действующего законодательства работникам предоставляются компенсации за тяжёлую работу и работу с вредными или опасными условиями труда;

- организация расследования несчастных случаев на производстве в соответствии с Положением о расследовании и учёте несчастных случаев на производстве, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 1999 г. № 279; участие в работе комиссии по расследованию несчастного случая;

оформление и хранение документов, касающихся требований охраны труда (актов по форме Н-1 и других документов по расследованию несчастных случаев на производстве, протоколов измерений параметров опасных и вредных производственных факторов, оценки оборудования по фактору травмобезопасности, материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, сертификации работ по охране труда и др.), в соответствии с установленными сроками;

- участие в подготовке документов для назначения выплат по страхованию в связи с несчастными случаями на производстве или профессиональными заболеваниями;

- составление отчетности по охране и условиям труда по формам, установленным Госкомстатом России;

- разработка программ обучения по охране труда работников организации, в том числе ее руководителя; проведение вводного инструктажа по охране труда со всеми лицами, поступающими на работу (в том числе временно), командированными, а также учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику;

- организация своевременного обучения по охране труда работников организации, в том числе ее руководителя, и участие в работе комиссий по проверке знаний требований охраны труда;

- составление (при участии руководителей подразделений) перечней профессий и видов работ, на которые должны быть разработаны инструкции по охране труда;

- оказание методической помощи руководителям подразделений при разработке и пересмотре инструкций по охране труда, стандартов организации Системы стандартов безопасности труда (ССБТ);

- обеспечение подразделений локальными нормативными правовыми актами организации (правилами, нормами, инструкциями по охране труда), наглядными пособиями и учебными материалами по охране труда;

- организация и руководство работой кабинета по охране труда, подготовка информационных стендов, уголков по охране труда в подразделениях.

Служба охраны труда находится непосредственно в подчинении работодателя. В организациях со среднесписочной численностью работников до 700 человек функции службы охраны труда могут выполнять отдельные специалисты по охране труда. В организациях с большей численностью работников функции службы охраны труда выполняет бюро охраны труда с штатной численностью от 6 единиц и более.

Важнейшей функцией системы управления безопасностью труда является *надзор и контроль* за соблюдением законодательных и нормативных правовых актов. Надзор и контроль за охраной труда осуществляется через *государственный надзор и ведомственный контроль*.

Федеральная инспекция труда РФ является основным органом государственного надзора и контроля. В её подчинении находятся государственные инспекции труда субъектов РФ и межрегиональные инспекции.

Система Федеральной инспекции труда осуществляет надзор и контроль за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда, нормативных правовых актов о возмещении вреда, причиненного здоровью работника, о социальном страховании и выполнении коллективных договоров на предприятиях, организациях и учреждениях, независимо от форм собственности.

Федеральный технический надзор России (Ростехнадзор) осуществляет надзор и контроль за правильностью устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов, сосудов под давлением, а также за безопасным ведением работ при разработке полезных ископаемых и установок с источниками ионизирующих излучений других опасных и особо опасных работ.

Государственный санитарный и эпидемиологический надзор (Госпотребнадзор) осуществляет надзор за соблюдением предприятиями, организациями и учреждениями гигиенических и санитарных норм и правил.

Государственный энергетический надзор России (Госэнергонадзор) осуществляет надзор за правильностью устройства и безопасностью эксплуатации электрических и теплоиспользующих установок.

Пожарный надзор России (Роспожнадзор) осуществляет надзор за соблюдением требований пожарной безопасности и выполнением пожарно-профилактических мероприятий.

Имеется ряд других органов надзора и инспекций более узкоспециализированных направлений, например ГИБДД.

Перечисленные надзорные органы построены по территориальному признаку. Представители указанных органов имеют право:

- беспрепятственного доступа на подведомственные объекты;
- на получение от органов исполнительной власти, местного самоуправления и руководства предприятий, организаций и учреждений всей необходимой для их работы информации;

- выдавать работодателям и должностным лицам обязательные для исполнения предписания и налагать на них штрафы в соответствии с установленным законодательством РФ об административных правонарушениях;

- приостанавливать работу отдельных подразделений и оборудования, если имеет место угроза жизни и здоровью работников, до ее устранения.

Государственная экспертиза условий труда Российской Федерации работает во взаимодействии с перечисленными органами надзора. Она осуществляет контроль за опасными и вредными видами работ; определяет список производств, работ, профессий, должностей и показателей, по которым устанавливаются льготные пенсии, предоставляются дополнительные отпуска, гарантии и компенсации; осуществляет организационно-методическое руководство аттестацией рабочих мест по условиям труда и контроль за ее результатами, сертификацию производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда.

Ведомственный контроль за охраной труда ведут службы охраны труда министерств, ведомств, ассоциаций, концернов. На предприятиях, организациях и учреждениях этот контроль осуществляют службы охраны труда предприятий, а при их отсутствии (при небольшой численности работников) – инженеры по охране труда либо лица, на которых по приказу возложено исполнение этих обязанностей. Кроме того, этот вид контроля осуществляют руководители подразделений, участков.

Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде и по охране труда осуществляют профсоюзы, в частности профсоюзные комиссии. Кроме того, выбираются уполномоченные (доверенные лица) трудового коллектива, которые осуществляют общественный контроль.

Виды контроля условий и охраны труда могут быть выборочные, сплошные, аттестационные, плановые, внеплановые, целевые, комплексные.

Внеплановые проверки осуществляются службой охраны труда в связи с разными отказами, авариями, происшествиями.

Целевые проверки проводятся, как правило, в масштабах всего производства. При их проведении контролируется определенного вида производственное оборудование или средства коллективной защиты (например, вентиляция, освещение).

Комплексные проверки проводятся в масштабах отдельного производственного участка, при этом контролируются на соответствие требованиям безопасности все виды оборудования, технологические

процессы, средства коллективной и индивидуальной защиты, а также состояние строительных конструкций помещения (цеха).

1.5. Ответственность за нарушение требований по безопасности труда

Ответственность работодателя и должностных лиц за нарушение законодательных и правовых нормативных актов по безопасности труда определена в Федеральном законе ..., ТК, а также Кодексе об административных правонарушениях и Уголовном Кодексе.

За нарушение работодатель и должностные лица могут быть привлечены к дисциплинарной, административной, материальной и уголовной ответственности в порядке, определенном законодательством Российской Федерации и субъектов РФ.

Дисциплинарная ответственность наступает в тех случаях, когда по вине должностных лиц допускаются нарушения правил и норм по охране труда, которые не влекут за собой тяжелых последствий и не могли бы их повлечь. Дисциплинарная ответственность выражается в объявлении виновному лицу дисциплинарного взыскания (замечание, выговор, строгий выговор, увольнение).

Административная ответственность выражается в наложении штрафа на виновное должностное лицо. Правом налагать штраф обладают руководители государственных инспекций труда (до 100 минимальных размеров оплаты труда), государственные инспекторы по охране труда (до 50 минимальных размеров оплаты труда), органы надзора и контроля. Размер штрафа определяется степенью нарушения правил и норм безопасности и охраны труда.

Материальная ответственность возникает, если по вине должностного лица предприятие (учреждение) понесло материальный ущерб из-за нарушения норм и требований охраны труда. Материальный ущерб возникает, если в результате несчастного случая или профзаболевания предприятие обязано выплатить пострадавшему, родственникам, органам социального страхования определенную денежную сумму. Эта денежная сумма частично или полностью может быть взыскана с виновных должностных лиц.

Кроме материальной ответственности виновных должностных лиц, предусмотрена также ответственность предприятия (учреждения, организации). За невыполнение требований законодательства об охране труда и предписаний государственных органов надзора и контроля на предприятие налагаются штрафы, размер и порядок наложения которых определяется законодательством РФ и субъектов в составе РФ.

Уголовная ответственность возникает, если нарушения норм и правил безопасности и охраны труда могли или повлекли за собой

несчастные случаи с людьми или иные тяжкие последствия. Уголовную ответственность несут лишь те виновные должностные лица, на которых, в силу их служебного положения или по специальному распоряжению, возложена обязанность по обеспечению безопасных и здоровых условий труда на соответствующих участках. Виновные могут наказываться лишением свободы на срок до 1 года, исправительными работами на тот же срок, штрафом до 500 минимальных размеров оплаты труда, увольнением с должности с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до пяти лет либо без такового.

1.6. Планирование мероприятий по охране труда

Мероприятия по охране труда включаются в раздел коллективного договора и соглашения по охране труда с учетом предложений Рострудинспекции и других федеральных органов надзора, работодателей, работников, состоящих с работодателями в трудовых отношениях, и иных, уполномоченных работниками, представительных органов на основе анализа причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний, по результатам экспертизы технического состояния производственного оборудования, а также с учетом работ по обязательной сертификации постоянных рабочих мест на производственных объектах на соответствие требованиям охраны труда.

Соглашение по охране труда – правовая форма планирования и проведения мероприятий по охране труда с указанием сроков выполнения и ответственных лиц.

Соглашение вступает в силу с момента его подписания сторонами (работодателями и уполномоченными работниками представительными органами) либо со дня, установленного в соглашении. Внесение изменений и дополнений в соглашение производится по взаимному согласию сторон. Контроль за выполнением соглашения осуществляется непосредственно сторонами или уполномоченными ими представителями. При осуществлении контроля стороны обязаны предоставлять всю необходимую для этого информацию.

Чтобы исключить попадание в коллективный договор случайных, субъективных или требующих капитальных затрат мероприятий, законодательством регламентирована рекомендуемая номенклатура:

- модернизация технологического, подъемно-транспортного и другого производственного оборудования – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.009, ГОСТ 12.2.049, ГОСТ 12.2.061 и другими нормативными правовыми актами;

- внедрение систем (устройств) автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами, применение промышленных роботов в опасных и вредных производствах с целью обеспечения безопасности работников – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.062, ГОСТ 12.2.064, ГОСТ 12.2.072, ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.4.026;

- совершенствование технологических процессов в целях устранения воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.003,

ГОСТ 12.1.007, ГОСТ 12.3.002, СП-1042–73;

- внедрение систем автоматического контроля и сигнализации уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.001, ГОСТ 12.1.002, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.006, ГОСТ 12.1.008, ГОСТ 12.1.012, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.1.031, ГОСТ 12.1.045, ГОСТ 12.1.047, ГОСТ 12.1.048, ГОСТ 12.4.012;

- внедрение и совершенствование технических устройств, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током, – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.018, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 12.1.038, ГОСТ 12.1.045, ГОСТ 12.2.007.0 – ГОСТ 12.2.007.14, Правил устройства электроустановок;

- установка предохранительных, защитных и сигнализирующих устройств (приспособлений) в целях обеспечения безопасной эксплуатации и аварийной защиты паровых, водяных, газовых, кислотных и других производственных коммуникаций и сооружений – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.016, ГОСТ 12.2.052, ГОСТ 12.2.063, ГОСТ 12.2.085, ГОСТ 12.3.001;

- механизация и автоматизация технологических операций (процессов), связанных с хранением, перемещением (транспортированием), заполнением и опорожнением передвижных и стационарных резервуаров (сосудов) ядовитыми, агрессивными, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, используемыми в производстве, – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.007, ГОСТ 12.1.010, ГОСТ 12.1.011, ГОСТ 12.2.022, ГОСТ 12.3.020, ГОСТ 12.4.026, СНиП 2.05.07;

- снижение до регламентированных уровней вредных веществ в воздухе рабочей зоны, неблагоприятно действующих механических колебаний (шум, вибрация, ультразвук и др.) и излучений (ионизирующего, электромагнитного, лазерного, ультрафиолетового и

др.) на рабочих местах – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.001, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.006, ГОСТ 12.1.012, ГОСТ 12.1.040, ГОСТ 12.1.045;

- устройство новых и совершенствование имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.120, ГОСТ 12.4.125;

- устройство новых и реконструкция имеющихся отопительных и вентиляционных систем в производственных и бытовых помещениях, тепловых и воздушных завес, аспирационных и пылегазоулавливающих установок с целью обеспечения нормального теплового режима и микроклимата, чистоты воздушной среды в рабочей зоне и обслуживаемых зонах помещений – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.2.028, СНиП 2.04.05;

- приведение естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в цехах, бытовых помещениях, местах массового перехода людей, на территории к нормам – в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95;

- перепланировка размещения производственного оборудования, организация рабочих мест с целью обеспечения безопасности работников – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002, СНиП 3.05.06;

- нанесение на производственное оборудование (органы управления и контроля, элементы конструкции), коммуникации и на другие объекты сигнальных цветов и знаков безопасности – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026, ГОСТ 12.4.040, ГОСТ 14202;

- механизация работ при складировании и транспортировании сырья, оптовой продукции и отходов производства – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.022, ГОСТ 12.3.009, ГОСТ 12.3.020;

- механизация уборки производственных помещений, своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, очистки воздухопроводов и вентиляционных установок, осветительной арматуры, окон, фрамуг, световых фонарей – в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05, СНиП 23-05-95;

- приведение зданий (производственных, административных, бытовых, общественных, складских), сооружений, помещений, строительных и промышленных площадок к нормам – в соответствии с

требованиями СНиП 2.08.02, СНиП 2.09.02, СНиП 2.09.03, СНиП 2.09.04, СНиП 2.11.01, СНиП 2.11.04;

- расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений (гардеробных, душевых, умывальных, уборных, мест для размещения полудушей, помещений для личной гигиены женщин, помещений для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи специальной одежды и др.) – в соответствии с требованиями СНиП 2.09.04;

- мероприятия, связанные с обеспечением работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами, – в соответствии с установленными нормами;

- приобретение и монтаж сатураторных установок (автоматов) для приготовления газированной воды, устройство централизованной подачи к рабочим местам питьевой и газированной воды, чая и других тонизирующих напитков – в соответствии с требованиями СНиП 2.09.04;

- устройство на действующих объектах новых и реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе – в соответствии с требованиями СНиП 2.09.04;

- устройство тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории предприятия (цеха), строительной площадки в целях обеспечения безопасности работников, внедрение системы мер по профилактике дорожно-транспортного травматизма;

- проведение экспертизы условий труда в проектной и технологической документации при строительстве новых и реконструкции действующих предприятий, зданий, сооружений, объектов производственного назначения;

- организация проведения работ по обязательной сертификации постоянных рабочих мест на производственных объектах на соответствие требованиям охраны труда по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда;

- организация обучения, инструктажа, проверки знаний по охране труда работников предприятия – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004, Типовым положением о порядке обучения и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий, учреждений и организаций;

- организация кабинетов, уголков, передвижных лабораторий, приобретение для них необходимых приборов, наглядных пособий, демонстрационной аппаратуры и т. п., проведение выставок по охране труда и безопасности дорожного движения;
- разработка, издание (размножение) инструкций по охране труда, а также приобретение других нормативных правовых актов и литературы в области охраны труда.

1.7. Экономические механизмы управления безопасностью труда

Социальное значение охраны труда заключается в содействии росту эффективности общественного производства путем непрерывного совершенствования и улучшения условий труда, повышения его безопасности, снижения производственного травматизма и заболеваемости. Социальное значение охраны труда проявляется во влиянии на изменение трех основных показателей, характеризующих уровень развития общественного производства.

Рост производительности труда в результате увеличения фонда рабочего времени за счет сокращения внутрисменных простоев, путем предупреждения преждевременного утомления, снижения числа микротравм, уменьшения целодневных потерь рабочего времени по причинам временной нетрудоспособности из-за травматизма, профессиональной и общей заболеваемости.

Сохранение трудовых ресурсов и повышение профессиональной активности работающих за счет улучшения состояния здоровья, увеличения средней продолжительности жизни, что сопровождается увеличением трудового стажа; повышения профессионального уровня вследствие роста квалификации и мастерства в связи с увеличением трудового стажа; возможности использования остаточной трудовой активности, опыта и профессиональных знаний пенсионеров на доступных для них работах.

Увеличение совокупного национального продукта за счет улучшения указанных выше показателей.

Экономическое значение охраны труда определяется эффективностью мероприятий по улучшению условий и повышению безопасности труда и является экономическим выражением социального значения охраны труда. Экономическое значение охраны труда определяется результатами изменения социальных показателей вследствие действия нижеперечисленных факторов.

Повышение производительности труда, а следовательно и экономических результатов деятельности предприятия за счет создания комфортных условий для трудовой деятельности, например, путем обеспечения оптимальных параметров микроклимата, освещения и световой среды, учета психофизиологических и эргономических особенностей труда, формирования оптимальных режимов труда и отдыха, проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Увеличение фонда рабочего времени за счет сокращения времени неявки на работу из-за травм и заболеваний. Следует обратить внимание на то, что условия труда существенно влияют не только на профессиональную заболеваемость, но и на возникновение и длительность общих заболеваний.

Экономия расходов на льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда. Такие льготы и компенсации, как сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск, связаны со значительными трудовыми потерями и сопровождаются выплатами больших денежных сумм за фактически не отработанное время. Такие разновидности льгот и компенсаций, как повышенные тарифные ставки, льготные пенсии, лечебно-профилактическое питание, бесплатная выдача молока, также требуют больших денежных средств. Создание условий, соответствующих допустимым нормативным требованиям, позволяет частично или полностью сократить эти расходы.

Снижение затрат из-за текучести кадров по условиям труда. Тяжелый труд, неблагоприятные санитарно-гигиенические условия труда, монотонность работы и т. п. являются немаловажной причиной увольнения работников по собственному желанию. Текучесть рабочей силы наносит существенный экономический ущерб предприятию, так как требуются затраты денежных средств на процесс увольнения-найма, процесс обучения и стажировки вновь поступившего на работу. При этом до приобретения необходимого опыта и навыков производительность труда вновь поступившего на работу невелика.

На рис. 1 представлена схема формирования социально-экономического эффекта мероприятий по охране труда.

Экономический механизм управления охраной труда заключается в следующем:

- планирование и финансирование мероприятий по охране труда;
- обеспечение экономической заинтересованности работодателя в улучшении условий труда и внедрение более совершенных средств охраны труда;

- обеспечение экономической ответственности работодателя за опасные, вредные и тяжелые условия труда; за выпуск и сбыт продукции, не отвечающей требованиям охраны труда; за вред, причиненный работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими трудовых обязанностей;

- предоставление работникам компенсаций и льгот за тяжелые работы и работы с вредными и опасными условиями труда, которые неустранимы при современном техническом уровне производства и организации труда.

Источники финансирования охраны труда. Финансирование охраны труда осуществляется за счет ассигнований, выделяемых отдельной строкой в бюджете РФ, бюджетах субъектов РФ, городских и районных бюджетах, прибыли предприятий, а также их фондов охраны труда. Работники не несут никаких расходов на финансирование охраны труда.

Фонды охраны труда формируются на трех уровнях: федеральный фонд охраны труда, территориальные фонды охраны труда, фонды охраны труда предприятий.

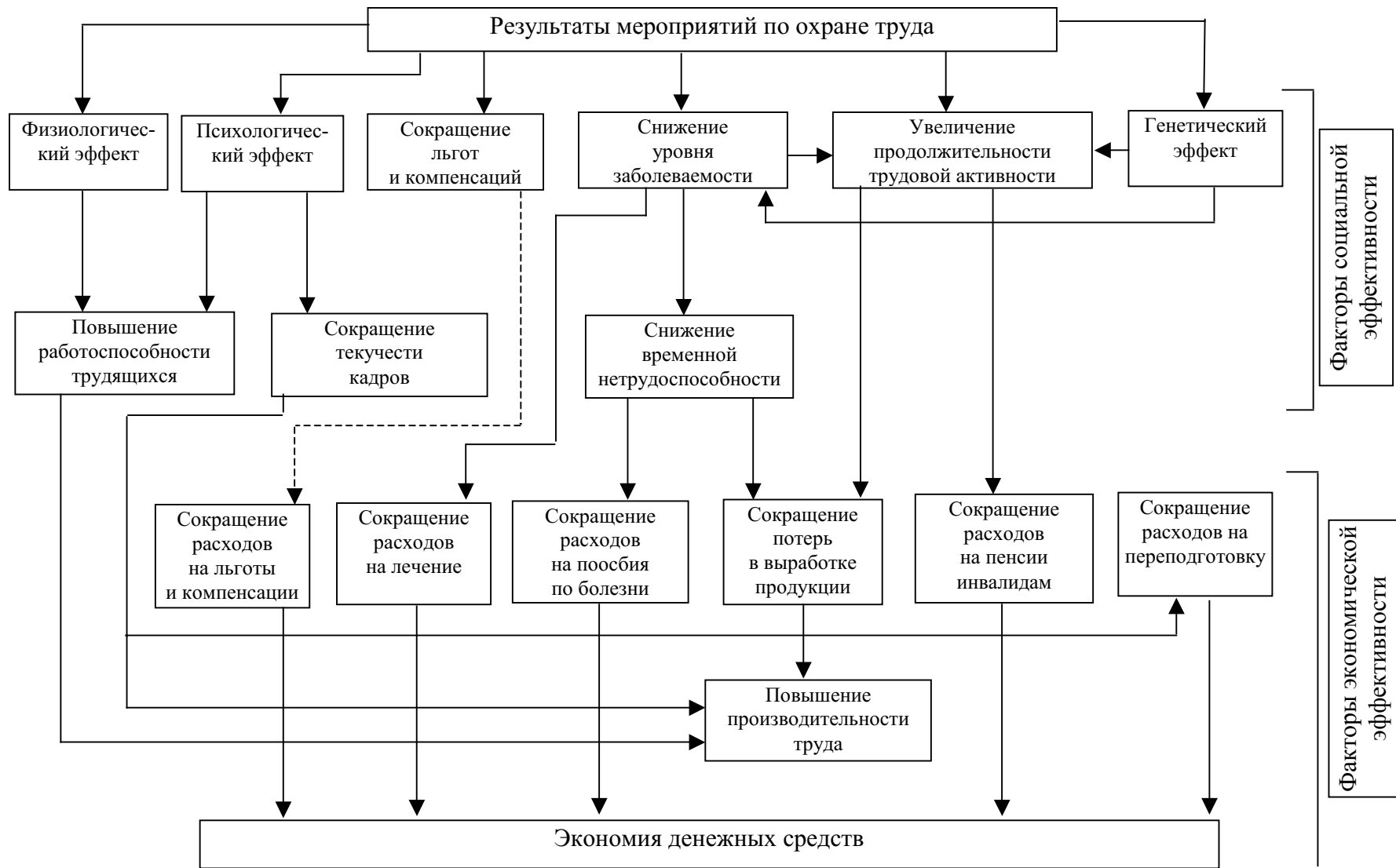


Рис. 1. Формирование социального и экономического эффекта от мероприятий по охране труда

Федеральный фонд охраны труда формируется за счет целевых ассигнований, выделяемых Правительством РФ и правительствами субъектов РФ, части средств фонда охраны труда предприятий, суммы штрафов, налагаемых на должностные лица за нарушения законодательных и нормативных правовых актов по охране труда, отчислений из фонда государственного (обязательного) социального страхования, добровольных отчислений предприятий и прочих поступлений.

Территориальные фонды охраны труда формируются за счет ассигнований из бюджетов административно-территориальных образований РФ, части фондов охраны труда предприятий, расположенных на соответствующих территориях, добровольных отчислений предприятий и прочих поступлений.

Фонды охраны труда предприятий формируются за счет прибыли предприятий в размерах, определяемых коллективными договорами и соглашениями по охране труда между работодателем и трудовым коллективом.

Помимо перечисленных фондов могут создаваться общественные фонды охраны труда.

Средства фондов охраны труда могут использоваться только на оздоровление работников и на улучшение их условий труда. Предприятия, использующие средства фондов охраны труда не по назначению, полностью возмещают затраченные средства фондов и уплачивают штраф в Федеральный фонд охраны труда в размере 100 % средств, затраченных не по назначению.

Состояние условий и охраны труда существенно влияют на технико-экономические показатели работы предприятий.

Экономические последствия (экономический ущерб Y) в целом по предприятию, организации можно подсчитать по следующей формуле:

$$Y = \sum_{i=1}^6 Y_1 + H_{\pi}, \text{ р.}, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^6 Y_1$ – сумма потерь возмещения в связи с несчастными случаями, травмами, профессиональными заболеваниями, р.;

H_{π} – потери, связанные с недополучением продукции из-за отсутствия работника (стоимость недополученной продукции), р.

Потери возмещения (ущербы) складываются из следующих составляющих:

$$\sum_{i=1}^6 Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6, \quad (2)$$

где Y_1 – возмещение бюджету государственного социального страхования расходов на выплату пособий по временной нетрудоспособности, если нетрудоспособность возникла по вине предприятия, организации, р.;

Y_2 – возмещение органам социального обеспечения сумм пенсий (или части пенсии) инвалидам труда, если инвалидность наступила по вине предприятия, организации, р.;

Y_3 – выплата пособий нетрудоспособным членам семьи в случае смерти работника от болезни или травмы, связанной с производством (за потерю кормильца), р.;

Y_4 – выплата пособий при временном переводе работников на другую работу по состоянию здоровья (возмещение сократившегося заработка), р.;

Y_5 – возмещение ущерба работающим при частичной потере трудоспособности (доплата до среднего заработка); если при временном переводе на другую работу или частичной утрате трудоспособности оплата пострадавшему производится по ранее занимаемой должности, то Y_4 и Y_5 из расчета исключаются, р.;

Y_6 – затраты предприятия на профессиональную подготовку и переподготовку работающих, принимаемых на работу взамен выбывших по болезни и в связи с травмой, а также из-за неудовлетворенности условиями труда в силу их вредности и тяжести (возмещение потери трудового ресурса), р; $Y_6 = Ч \cdot С$, где Ч – число уволившихся из-за травм и профессиональных заболеваний (по данным отдела кадров), С – стоимость обучения одного человека на данном предприятии, р. (по данным бухгалтерии).

Источником получения данных по величинам Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5 является бухгалтерия предприятия. Прочие потери возмещения (ущербы) из-за их незначительности можно не учитывать.

Каждая из составляющих ущерба может быть представлена как

$$Y_i = Y_{ri} + Y_{pi},$$

где Y_{ri} – потери возмещения (ущербы), обусловленные травмами;

Y_{pi} – потери возмещения (ущербы), обусловленные профессиональными заболеваниями.

Экономические потери (ущерб) от производственного травматизма и профессиональных заболеваний определяются не только потерями возмещения, но и условной стоимостью недополученной

продукции в связи с выбытием работающего из производственного процесса, которая определяется в формуле (1) членом H_{Π} .

В общем виде условная стоимость недополученной продукции (условные потери прибавочного продукта) определяются произведением числа дней нетрудоспособности из-за травматизма и профессиональных заболеваний на среднюю стоимость продукции, вырабатываемой работающим за один день. Условная стоимость недополученной продукции в целом по предприятию может быть определена путем суммирования стоимости недополученной продукции на каждом рабочем месте, где отсутствовал работник по причине получения травмы или профессионального заболевания, по формуле

$$H_{\Pi} = \sum_{j=1}^n D_j C_j = \sum_{j=1}^n D_j Z_j \eta, \text{ р.}, \quad (3)$$

где n – число рабочих мест на предприятии, на которых не выполнялась работа по причине отсутствия работника;

D_j – число потерянных на рабочем месте j трудовых дней по причине нетрудоспособности работника;

C_j – средняя стоимость продукции, вырабатываемой работником на рабочем месте j в день, р.;

Z_j – среднедневная заработная плата одного работающего на рабочем месте j , р.;

η – коэффициент стоимости прибавочного продукта, создаваемого в день на рабочем месте по отношению к среднедневной заработной плате, зависит от отрасли и вида предприятия, в среднем принимается 1,4...1,5.

Анализ размеров ущерба, наносимого предприятию производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями, используется в практике управления охраной труда для планирования первоочередных мероприятий по созданию безопасных и безвредных условий труда, экономического обоснования принимаемых решений.

Расчет ущерба может проводиться за разные периоды времени, но, как правило, рассчитывается годовой ущерб. В этом случае все составляющие ущерба и количество дней нетрудоспособности рассчитываются за год.

Экономический эффект (экономическая выгода B , р.) мероприятий по улучшению условий и охране труда определяется суммой предотвращенного ущерба (экономических последствий) ΔY от производственного травматизма и профессиональных заболеваний, р.; увеличением прибыли $\Delta \Pi$ предприятия за счет прироста

производительности труда, р.; сокращением расходов $\Delta Л$ на льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях, р.:

$$B = \Delta Y + \Delta \Pi + \Delta Л. \quad (4)$$

Предотвращенный ущерб ΔY определяется разностью ущербов от травматизма и профессиональных заболеваний до (Y_1) и после (Y_2) мероприятий, подсчитываемых по формуле (1): $\Delta Y = Y_1 - Y_2$.

Увеличение прибыли $\Delta \Pi$ предприятия объясняется снижением себестоимости выпускаемой продукции вследствие роста производительности труда, обусловленного повышением работоспособности работников в более благоприятных условиях труда. Улучшение условий труда может быть достигнуто, например, за счет улучшения климатических условий в рабочей зоне; повышения освещенности и улучшения характеристик световой среды; снижения напряженности труда, утомляемости за счет организации рабочего места в соответствии с эргономическими рекомендациями и т. д. Увеличение прибыли предприятия определяется суммированием увеличения прибыли (снижения себестоимости продукции) по каждому участку, рабочему месту, на которых проводились мероприятия по улучшению условий труда:

$$\Delta \Pi = \sum_j (\Pi_{2j} - \Pi_{1j}) = \sum_j (C_{1j} E_{1j} - C_{2j} E_{2j}), \quad (5)$$

где Π_{1j} , Π_{2j} – соответственно прибыль, полученная за счет работы на участке (рабочем месте) j до и после проведения мероприятия, р.;

C_{1j} , C_{2j} – соответственно себестоимость единицы продукции на участке j до и после проведения мероприятия, р./ед., р./т, р./кг, р./м³ (размерность в зависимости от вида продукции);

E_{1j} , E_{2j} – соответственно количество единиц продукции, получаемой на участке U до и после проведения мероприятия, ед., т, м³ (размерность – в зависимости от вида продукции).

Продукцией могут быть выпускаемые изделия, заготовки, число набранных на компьютере страниц текста, количество разработанных программ, выполненных технологических операций и т. п.

Сокращение расходов $\Delta Л$ на льготы и компенсации обусловлено тем, что за счет мероприятий по улучшению условий труда снижается тяжесть или напряженность труда (был тяжелый – стал средней тяжести, был напряженный – стал напряженный средней степени), снижается класс вредности (были вредные условия – стали допустимые), а это позволяет снять льготы и компенсации или уменьшить их размер.

Снижение расходов на льготы и компенсации также определяется суммированием по отдельным участкам или видам работ, на которых за счет мероприятий по улучшению условий труда удалось достичь сокращения расходов:

$$\Delta L = \sum_j (L_{1j} - L_{2j}), \quad (6)$$

где L_{1j} , L_{2j} – соответственно расходы на льготы и компенсации работающим на участке j до и после мероприятий.

Экономическая эффективность мероприятий по улучшению условий и охране труда определяется соотношением полученного экономического эффекта (выгоды B , р.) и понесенных для его получения затрат Z , р.

Для оценки экономической эффективности используют показатели чистого и общего (абсолютного) экономического эффекта. Показатель чистого экономического эффекта (годового экономического эффекта $\mathcal{E}_r$) определяется по формуле

$$\mathcal{E}_r = B - Z, \text{ р.} \quad (7)$$

Чем больше годовой экономический эффект $\mathcal{E}_r$, тем выше экономическая эффективность мероприятия.

Затраты Z на реализацию мероприятия рассчитываются по формуле

$$Z = E_n K - C, \quad (8)$$

где K – капитальные вложения в мероприятие, р. (затраты на приобретение средств защиты, модернизацию оборудования, создание или улучшение систем вентиляции, очистки и кондиционирования воздуха и т. п.);

E_n – безразмерный нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, для мероприятий по охране труда принимается равным 0,08;

C – затраты на обслуживание и эксплуатацию систем обеспечения условий и охраны труда в год, р.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность $\mathcal{E}_o$ мероприятия определяется выражением $\mathcal{E}_o = B/Z$. Мероприятие считается экономически эффективным, если $\mathcal{E}_o > 1$. Чем выше $\mathcal{E}_o$, тем эффективнее мероприятие.

Эффективность капитальных вложений $\mathcal{E}_k$ в мероприятия по охране труда оценивают по формуле

$$\mathcal{E}_k = (B - C)/K. \quad (9)$$

Если $\mathcal{E}_k > E_n = 0,08$, то капитальные вложения следует считать эффективными.

Срок окупаемости капитальных вложений $T=1/\dot{E}_k$. Если $T < 12,5$ лет, мероприятие считается окупаемым.

Экономический эффект мероприятий по охране труда не может и не должен являться единственным критерием целесообразности проведения мероприятий. Даже если экономические расчеты показывают неэффективность мероприятия, оно может быть реализовано, так как обладает большой социальной эффективностью. Предпочтение социального эффекта экономическому вовсе не означает второстепенность последнего, особенно в условиях рыночной экономики. Экономический эффект является не целью мероприятий, а лишь одним из аспектов их оценки. Имея представление не только о прямой и социальной, но и об экономической эффективности мероприятий, работодатель более планомерно может осуществлять затраты на их проведение и управлять социально-экономическими последствиями травматизма и профессиональных заболеваний.

Экономический эффект от вложения финансовых средств в системы безопасности достаточно часто выступает лишь в виде возможных экономических потерь от вероятной аварии или несчастного случая. Это является серьезным психологическим аспектом, побуждающим предприятия вкладывать свободные средства в мероприятия, дающие реальный доход, а не на повышение безопасности производства. Однако «экономия» на безопасности ложна и чревата для предприятия серьезными убытками.

1.8. Психофизиологические основы безопасности труда

Роль человеческого фактора в безопасности труда очень велика, особенно важны психофизиологические особенности участников трудового процесса. Психофизиологические основы безопасности базируются на психологии и физиологии человека. Психофизиология безопасности труда основывается на таких науках, как физиология труда, инженерная психология, эргономика и т. д.

Психология безопасности рассматривает применение психологических знаний для обеспечения безопасности труда человека и составляет важное звено в структуре мероприятий по обеспечению безопасной деятельности человека. Проблемы безопасности и травматизма на современных производствах невозможно решить только инженерными методами. Практика свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма (от 60 до 90 % случаев, в зависимости от вида трудовой деятельности) часто лежат не инженерно-конструкторские ошибки, а организационно-психологические причины: низкий уровень

профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение требований безопасности, допуск к опасным видам работ неподготовленных лиц, утомляемость людей, неудовлетворительное психическое состояние человека.

Психология безопасности рассматривает психические процессы, свойства и анализирует различные формы психических состояний, наблюдаемых в процессе трудовой деятельности. В структуре психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния.

Психические процессы составляют основу психической деятельности. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы (ощущения, восприятия, память и др.).

Психические свойства (качества личности) – это качества личности (характер, темперамент). Среди качеств личности выделяют интеллектуальные, эмоциональные, волевые, моральные, трудовые. Качества личности устойчивы и постоянны.

Психическое состояние человека – это структурная организация компонентов психики, выполняющих функцию взаимодействия человека со средой обитания (производственной средой). Психическое состояние человека в конкретный момент времени может оказывать положительное или отрицательное влияние на трудовую деятельность, в частности на безопасность производственного процесса.

Память – это свойство запоминания, сохранения и последующего воспроизведения человеком информации, непосредственно связанной с безопасностью, особенно оперативного характера.

Запоминание тесно связано с забыванием. Психологами установлено, что в среднем за первые 9 часов информация, которую помнит человек, уменьшается на 65 %. Следовательно, для того чтобы восполнить утраченную информацию, необходимо проводить обучение, инструктажи и т. д.

Внимание – это направленность сознания человека на определенные объекты, имеющие в данной ситуации существенное значение, а также сосредоточение сознания, предполагающее повышенный уровень умственной или двигательной активности.

В безопасности труда для привлечения внимания человека к опасностям применяются различные средства – звуковые, зрительные, световые и т. д. Визуальная информация по безопасности представлена в виде плакатов, надписей, знаков, световых сигналов, различных видов окраски опасных объектов и др.

Восприятие – это отражение в сознании человека предметов или явлений при их воздействии на органы чувств. Для восприятия используется информация от нескольких видов анализаторов (зрительного, слухового, тактильного).

Исследованиями установлено, что качественное восприятие информационных средств по безопасности труда должно соответствовать определенным правилам, в частности, должны обеспечиваться актуальность и новизна информации, эмоциональность воздействия, краткость сообщений (текст из нескольких слов) и т. д.

Мышление – это процесс познания действительности, характеризующийся обобщением. В процессе мышления осуществляется выбор решения, которое реализуется в последующих действиях человека. Ошибочный выбор решения связан со следующими причинами: неверная оценка ситуации, недостаточность опыта и ошибочное осмысление полученной информации. Ошибочное решение может привести к авариям, травмам, несчастным случаям.

При принятии решений важную роль имеет эмоционально-чувственная сфера человека, к которой можно отнести чувства, эмоции, настроение.

Чувства – это субъективное отражение в сознании человека реальной действительности. Чувство утраты реальности, ложный страх и ряд других могут являться причинами создания опасных ситуаций на производстве.

Чувственный тон человека, его эмоции и настроение весьма важны для оценки реальной ситуации и обеспечения безопасности.

Чувственный тон – это эмоциональная окраска психического процесса. Отрицательным фактором чувственного тона, способствующим созданию опасных ситуаций, является идиосинкразия – болезненное отвращение к определенным раздражителям. Положительный чувственный тон, возникающий от приятных звуков, запахов, цвета уменьшает утомляемость человека и снижает степень риска возникновения опасной ситуации. Это обстоятельство используют при эстетическом оформлении рабочей зоны – световом, цветовом, звуковом.

Эмоции – это переживание человеком какого-либо чувства. Эмоции бывают различного типа – стенические и астенические. Стенические эмоции – решимость, радость, воодушевление, азарт – побуждают человека к активным действиям, преодолению препятствий и устранению причин угрозы для человека. Астенические эмоции – боязнь, опасение, страх, испуг, ужас – способствуют отказу от преодоления препятствий, замыканию в себе, необоснованным

переживаниям. Тип эмоций связан с темпераментом и характером человека. Поэтому темперамент и характер человека учитываются при его допуске к некоторым видам работ, связанных с большой ответственностью, необходимостью принятия быстрых и адекватных решений (летчики, авиадиспетчеры, операторы, управляющие опасными производственными процессами).

В ряде случаев эмоции, определяемые характером и темпераментом человека, могут вызвать состояние *аффекта* – эмоционального состояния, быстро овладевающего человеком, бурно протекающего и характеризующегося значительным изменением сознания, утратой самообладания, неадекватными сложившейся ситуации действиями. В состоянии аффекта, например отчаяния, может возникнуть ступор (застывание в неподвижной позе) или обморок. После состояния аффекта может наступить шок, характеризующийся разбитостью, упадком сил, неподвижностью, вялостью. Людей, склонных к аффектам, нельзя допускать к особо ответственным и опасным работам, так как аффект может являться основной причиной реализации опасной ситуации – аварии или травмы.

Настроение – это общее эмоциональное состояние человека, формирующее в течение определенного периода времени характер протекания отдельных психических процессов и поведение человека. Настроение в некоторой степени может являться причиной возникновения опасных ситуаций. Например, длительное эмоционально-отрицательное настроение может привести человека к снижению трудоспособности, неспособности к активным действиям в преодолении возникающих трудностей, что может являться причиной несчастных случаев. Это обстоятельство необходимо учитывать, и человек, находящийся в эмоционально подавленном настроении, может быть временно отстранен от выполнения ответственных и связанных с высокой опасностью операций.

Воля – это форма психической активности человека, которая характеризуется регулированием самим человеком своего поведения, ограничением или отказом от других стремлений и побуждений во имя достижения поставленной цели. Основными характеристиками воли являются: осмысленность и направленность действий на достижение цели, осознание ограничений, определяемых реальной ситуацией. Для профессиональной деятельности, требующей быстрых, решительных и осознанных действий, должны привлекаться люди с сильной волей. Антиподом сильной воли являются такие качества человека, как внушаемость, нерешительность, безволие, импульсивность. Людей с подобными качествами не следует использовать для выполнения

ответственных работ, от результата которых зависят жизни людей, состояние технического или производственного объекта, вероятность возникновения аварии или чрезвычайной ситуации.

К психическим состояниям относится *мотивация*, которая очень тесно соприкасается с эмоционально-волевой сферой. Под мотивацией понимается совокупность желаний, устремлений, побуждений, мотивов, установок и других побудительных сил личности. Одним из важных мотивов человека является обеспечение безопасности. Незрелость или ослабление этого мотива может вовлечь человека в опасную ситуацию. Создание безопасных для труда условий, строгое соблюдение правил и требований безопасности должно всячески стимулироваться – морально, материально и т. д., чтобы формировать в трудовом коллективе устойчивые мотивы безопасного поведения, безопасного труда.

Мотивация связана с другим базовым понятием безопасности деятельности – *риском*, который может быть мотивированным и немотивированным (бескорыстным). Причинами мотивированного рискованного поведения могут быть выгода или опасность каких-либо потерь-проигрышей (карьерных, личностных и т. д.). Готовность к риску индивида определяется его психологическими свойствами, например: характером, темпераментом, легкомыслием, боязливостью и т. д.

Основными психическими свойствами, влияющими на безопасность человека, являются *характер* и *темперамент*.

Характер человека играет важную роль в обеспечении безопасности человека и является совокупностью индивидуально-психологических свойств, проявляющихся в типичных для конкретной личности действиях при определенных обстоятельствах и его отношении к этим обстоятельствам. Совокупность психологических свойств образует структуру характера. Психологи классифицируют много структур характеров. Характер должен учитываться при профессиональном отборе. Структура характера определяется психологами посредством специальных психологических тестов. С понятием характера неразрывно связано понятие темперамента.

Темперамент – это характеристика динамических психологических особенностей – интенсивности, скорости, темпа, ритма психических процессов и состояний. По темпераменту люди подразделяются на холериков, меланхоликов, флегматиков и сангвиников. Темперамент имеет определенное значение для безопасности труда. Например, при неблагоприятных обстоятельствах меланхолик чаще становится жертвой, чем холерик или сангвиник.

Исходя из задачи психологии труда и проблем психологии безопасности труда, целесообразно выделять производственные психические состояния и особые психические состояния, имеющие важное значение в организации профилактики производственного травматизма и предупреждении аварийности.

Психологическое состояние человека оказывает существенное влияние на безопасность, производительность и качество труда. Психологические состояния, имеющие место в процессе трудовой деятельности человека, можно подразделить:

- *на длительные* – определяющие отношение человека к выполняемой им работе и его общий психологический настрой. Это прежде всего удовлетворенность или неудовлетворенность выполняемой работой, наличие заинтересованности в труде или безразличие к нему, психологическая атмосфера в трудовом коллективе и т. д.;
- *временные* – возникающие из-за различных нарушений в производственном процессе, неполадок, конфликтных ситуаций:
- *периодические* – связанные с настроением на активную деятельность и желанием работать или, наоборот, с пониженной готовностью работать, утомлением, перенапряжением, сонливостью, апатией, скукой, вызванной однообразием и монотонностью работы.

1.9. Виды и условия трудовой деятельности человека

Наиболее важным с точки зрения психофизиологических возможностей человека, влияющих на безопасность, является вид трудовой деятельности, ее тяжесть и напряженность, а также условия, в которых осуществляется трудовая деятельность.

Трудовую деятельность можно, прежде всего, разделить на **физический и умственный труд**. Основные виды трудовой деятельности представлены на рис. 2.

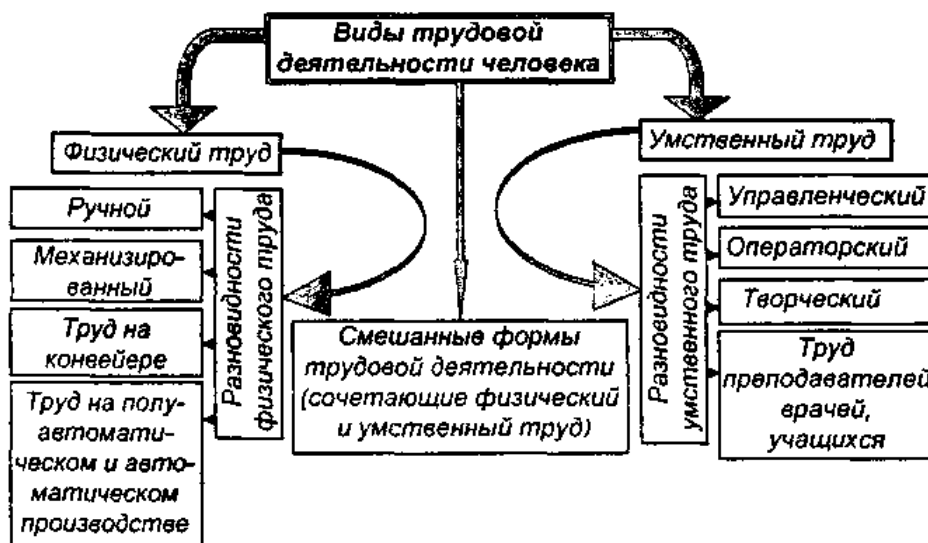


Рис. 2. Виды трудовой деятельности человека

Физический труд характеризуется прежде всего повышенной мышечной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и его функциональные системы – сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и т. д. Физический труд развивает мышечную систему, стимулирует обменные процессы в организме, но в то же время может иметь отрицательные последствия, например заболевания опорно-двигательного аппарата, особенно в том случае, если он неправильно организован или является чрезмерно интенсивным для организма.

Умственный труд связан с приемом и переработкой информации и требует напряжения внимания, памяти, активизации процессов мышления, связан с повышенной эмоциональной нагрузкой. Для умственного труда характерно снижение двигательной активности – *гипокинезия*. Гипокинезия может являться условием формирования сердечно-сосудистых нарушений у человека. Продолжительная умственная нагрузка оказывает отрицательное влияние на психическую деятельность – ухудшаются внимание, память, функции восприятия окружающей среды. Самочувствие человека и в конечном счете его состояние здоровья в значительной мере зависят от правильной организации умственного труда и от параметров окружающей среды, в которой осуществляется умственная деятельность человека.

В современных видах трудовой деятельности чисто физический труд встречается редко. Современная классификация трудовой деятельности выделяет формы труда, требующие значительной мышечной активности; механизированные формы труда; труд на полуавтоматическом и автоматическом производстве; труд на

конвейере; труд, связанный с дистанционным управлением и интеллектуальный (умственный) труд.

Жизнедеятельность человека связана с затратами энергии: чем интенсивнее деятельность, тем больше затраты энергии. Так, при выполнении работы, требующей значительной мышечной активности, энергетические затраты составляют 20...25 МДж в сутки и более.

Механизированный труд требует меньших затрат энергии и мышечных нагрузок. Однако механизированный труд характеризуется большей скоростью и монотонностью движений человека. Монотонный труд приводит к быстрой утомляемости и снижению внимания.

Труд на конвейере характеризуется еще большей скоростью и однообразием движений. Человек, работающий на конвейере, выполняет одну или несколько операций; так как он работает в цепочке людей, выполняющих другие операции, то время их выполнения строго регламентировано. Это требует большого нервного напряжения и в сочетании с высокой скоростью работы и ее однообразием приводит к быстрому нервному истощению и усталости.

На *полуавтоматическом и автоматическом производстве* затраты энергии и напряженность труда меньше, чем на конвейерном. Работа заключается в периодическом обслуживании механизмов или выполнении простых операций – подаче обрабатываемого материала, включении или выключении механизмов.

Формы *интеллектуального (умственного) труда* разнообразны – операторский, управленческий, творческий, труд преподавателей, врачей, учащихся. Для *работы оператора* характерны большая ответственность и высокое нервно-эмоциональное напряжение. *Труд учащихся* характеризуется напряжением основных психических функций – памяти, внимания, наличием стрессовых ситуаций, связанных с контрольными работами, экзаменами, зачетами.

Наиболее сложная форма умственной деятельности – *творческий труд* (труд научных работников, конструкторов, писателей, композиторов, художников). Творческий труд требует значительного нервно-эмоционального напряжения, что приводит к повышению кровяного давления, изменению электрокардиограммы, увеличению потребления кислорода, повышению температуры тела и других изменений в работе организма, вызванных повышенной нервно-эмоциональной нагрузкой.

Энергозатраты человека в процессе жизнедеятельности определяются интенсивностью мышечной работы, степенью нервно-эмоционального напряжения, а также условиями окружающей человека среды. Суточные затраты энергии для лиц умственного труда

составляют 10...12 МДж; работников механизированного труда и сферы обслуживания – 12,5...13 МДж, для работников тяжелого физического труда – 17...25 МДж.

Специалистами по гигиене условия труда человека классифицированы (см. рис. 3) **по степени тяжести и напряженности трудового процесса и по показателям вредности и опасности производственной среды** (Р2.2.755–99. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999).

Факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, – это в основном мышечные усилия и затраты энергии: физическая динамическая нагрузка, масса поднимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочие позы, наклоны корпуса, перемещение в пространстве.

Факторы трудового процесса, характеризующие напряженность труда, – это эмоциональная и интеллектуальная нагрузка, нагрузка на анализаторы человека (слуховой, зрительный и т. д.), монотонность нагрузок, режим работы.

Труд по степени тяжести трудового процесса подразделяется на следующие классы: легкий (оптимальные по физической нагрузке условия труда), средней тяжести (допустимые условия труда) и тяжелый трех степеней (вредные условия труда).

Критериями отнесения труда к тому или иному классу являются: величина внешней механической работы (в кгм), выполняемой за смену; масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза; количество стереотипных рабочих движений в смену, величина суммарного усилия (кгс), прилагаемого за смену для удержания груза; удобство рабочей позы; количество вынужденных наклонов в смену и километров, которые вынужден проходить человек при выполнении работы. Величины указанных критериев для женщин на 40...60 % меньше, чем для мужчин.

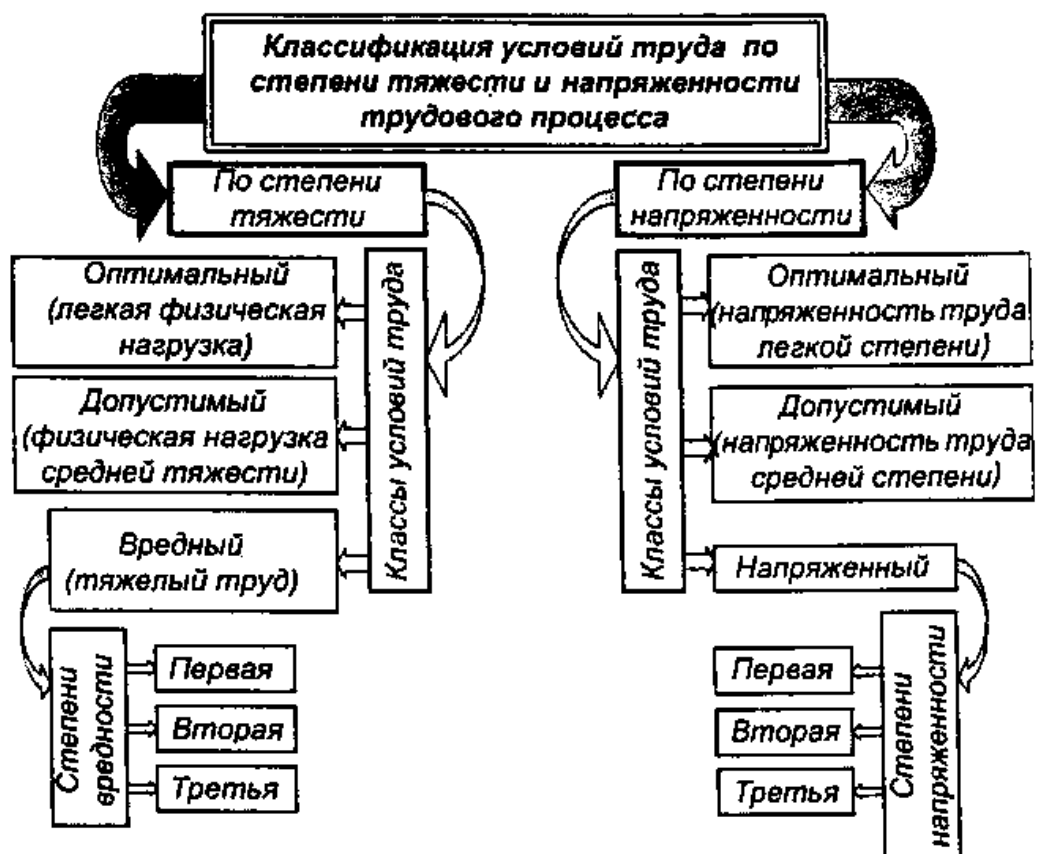


Рис. 3. Классификация условий труда по степени тяжести

Например, для мужчин, если масса поднимаемых и перемещаемых тяжестей (не более двух раз в час) до 15 кг – труд легкий; до 30 кг – средней тяжести, более 30 кг – тяжелый. Для женщин соответственно от 5 до 10 кг.

Оценка класса тяжести физического труда проводится на основе учета всех критериев, при этом оценивают класс по каждому критерию, а окончательная оценка тяжести труда устанавливается по наиболее чувствительному критерию.

Труд по степени напряженности трудового процесса подразделяется на следующие классы: оптимальный – напряженность труда легкой степени, допустимый – напряженность труда средней степени, напряженный труд трех степеней.

Критериями отнесения труда к тому или иному классу являются степень интеллектуальной нагрузки, зависящая от содержания и характера выполняемой работы, степени ее сложности; длительность сосредоточенного внимания, количество сигналов за час работы, число объектов одновременного наблюдения; нагрузка на зрение, определяемая в основном величиной минимальных объектов различения, длительностью работы за экранами мониторов;

эмоциональная нагрузка, зависящая от степени ответственности и значимости ошибки, степени риска для собственной жизни и безопасности других людей; монотонность труда, определяемая продолжительностью выполнения простых или повторяющихся операций; режим работы, характеризуемый продолжительностью рабочего дня и сменностью работы.

Оценка напряженности труда основана на анализе трудовой деятельности, который проводится с учетом всего комплекса факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний и перенапряжений.

Например, труд авиадиспетчера требует большой интеллектуальной нагрузки, связанной с восприятием сигналов с последующей комплексной оценкой взаимосвязанных параметров в условиях дефицита времени и при повышенной ответственности за конечный результат. Труд характеризуется большой длительностью сосредоточенного наблюдения за экраном видеотерминала, плотностью сигналов и числом одновременно наблюдаемых объектов; высокой эмоциональной нагрузкой в связи с очень большой ответственностью и значимостью ошибки для жизни большого числа людей. По этим показателям труд авиадиспетчера можно отнести к напряженному труду третьей степени.

Труд учащихся средних специальных учебных заведений требует решения простых задач по известным правилам и алгоритмам, восприятия информации с последующей коррекцией своих действий, выполнения заданий, длительного сосредоточенного наблюдения, нагрузки на зрительные анализаторы. По этим критериям труд учащихся, в зависимости от организации процесса обучения, продолжительности учебных занятий в день, одно- или двухсменного обучения, можно по напряженности отнести к легкой (оптимальные условия трудового процесса) или средней степени (допустимые условия).

Таким образом, физический труд классифицируется по тяжести труда, умственный – по напряженности.

Труд, требующий физической нагрузки, эмоционального, интеллектуального напряжения, ответственности, напряжения анализаторов и т. д., классифицируется как по тяжести, так и по напряженности труда. К таким видам труда можно отнести труд водителей, наборщиков типографий, пользователей ЭВМ, вводящих в память большие объемы информации, и т. д. Труд людей этих профессий характеризуется стереотипностью рабочих движений с участием мышц пальцев, кистей, рук

или плечевого пояса, постоянством рабочей позы, напряжением анализаторов (прежде всего зрения), длительностью сосредоточенного наблюдения и т. д. Труд спасателей характеризуется большими физическими нагрузками, эмоциональным напряжением из-за ответственности за жизнь людей, нерегулярностью работы в любое время суток. Однако особенностью труда спасателя является непостоянство физического и эмоционального напряжения.

Здоровье человека в значительной степени зависит не только от характеристик трудового процесса – тяжести и напряженности, но и от факторов среды, в которой осуществляется трудовой процесс.

На сегодняшний день перечень реально действующих негативных факторов, как производственной среды, так бытовой и природной, насчитывает более 100 видов.

Параметрами производственной среды, которые влияют на состояние здоровья человека, являются следующие факторы:

- *физические*: климатические параметры (температура, влажность, подвижность воздуха), электромагнитные излучения различного волнового диапазона (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное – тепловое, лазерное, микроволновое, радиочастотное, низкочастотное), статическое, электрические и магнитные поля, ионизирующие – радиационные излучения, шум, вибрация, ультразвук, аэрозоли раздражающего действия (пыли), освещенность (отсутствие естественного освещения, недостаточная освещенность);

- *химические*: вредные вещества, в том числе биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты);

- *биологические*: патогенные микроорганизмы, микроорганизмы-продуценты, препараты, содержащие живые клетки и споры микроорганизмов, белковые препараты.

По факторам производственной среды условия труда подразделяются на четыре класса (см. рис. 4):

- 1 класс – **оптимальные условия труда**, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются условия для высокой работоспособности. Оптимальные нормативы устанавливаются только для климатических параметров (температуры, влажности, подвижности воздуха);

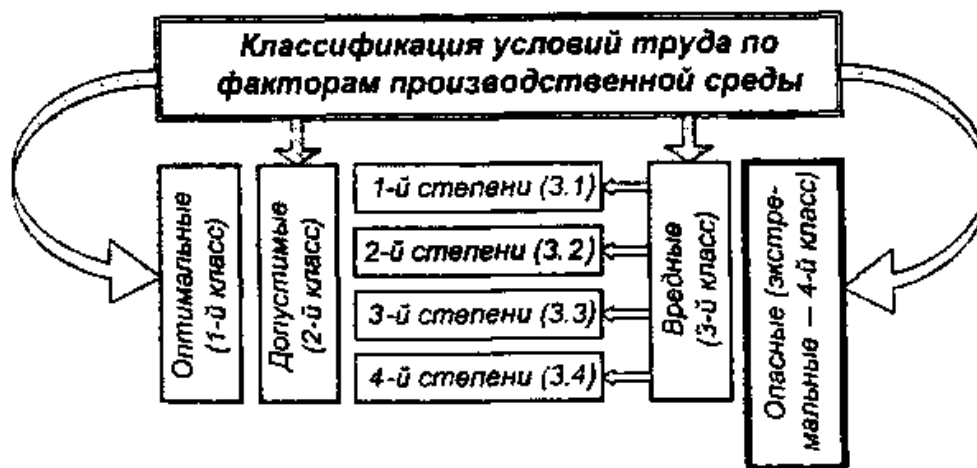


Рис. 4. Классификация условий труда по производственным факторам

- 2 класс – **допустимые условия труда**, которые характеризуются такими уровнями факторов среды, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест, при этом возможные изменения функционального состояния организма проходят за время перерывов на отдых или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного воздействия на состояние здоровья работающих и их потомство;

- 3 класс – **вредные условия труда**, которые характеризуются наличием факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих воздействие на организм работающего и(или) его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения нормативов подразделяются на 4 степени вредности:

- 1 степень характеризуется такими отклонениями от допустимых норм, при которых возникают обратимые функциональные изменения и риск развития заболевания;

- 2 степень характеризуется уровнями вредных факторов, которые могут вызвать стойкие функциональные нарушения, рост заболеваемости с временной потерей трудоспособности, появление начальных признаков профессиональных заболеваний;

- 3 степень характеризуется такими уровнями вредных факторов, при которых, как правило, развиваются профессиональные заболевания в легких формах в период трудовой деятельности;

- 4 степень – условия производственной среды, при которых могут возникнуть выраженные формы профессиональных заболеваний,

отмечаются высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

К вредным условиям труда можно отнести условия, в которых трудятся металлурги, шахтеры, работающие в условиях повышенной загрязненности воздуха, шума, вибрации, неудовлетворительных параметров микроклимата, тепловых излучений; регулировщики движения на магистралях с интенсивным движением, находящиеся в течение всей смены в условиях высокой загазованности и повышенного шума.

Например, при превышении предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны до 3 раз создаются вредные условия труда 1 степени; при превышении от 3 до 6 раз – 2 степени; от 6 до 10 раз – 3 степени; от 10 до 20 раз – 4 степени; при превышении предельно допустимых уровней (ПДУ) шума до 10 дБ (децибел) – 1 степень вредных условий труда; от 10 до 25 дБ – 2 степень; от 25 до 40 дБ – 3 степень; от 40 до 50 дБ – 4 степень;

- 4 класс – опасные (экстремальные) условия труда, которые характеризуются такими уровнями вредных производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены или даже ее части создает угрозу жизни, высокий риск тяжелых форм острых профессиональных заболеваний. К опасным (экстремальным) условиям труда можно отнести труд пожарных, горноспасателей, ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС.

Экстремальные условия создаются, например, при превышении ПДК вредных веществ более чем в 20 раз, ПДУ шума – более чем на 50 дБ.

Тяжелый и напряженный труд оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья человека. Пока человек не может отказаться от таких видов деятельности, но по мере развития технического прогресса необходимо стремиться к уменьшению степени тяжести и напряженности труда путем механизации и автоматизации тяжелых физических работ, передачи функций контроля, управления, принятия решений и выполнения стереотипных технологических операций и движений автоматам и электронно-вычислительным машинам.

Трудовая деятельность человека должна осуществляться в допустимых условиях производственной среды. Однако при выполнении некоторых технологических процессов в настоящее время технически невозможно или экономически крайне затруднительно обеспечить непревышение норм для ряда факторов производственной среды. Работа во вредных условиях должна осуществляться с применением средств индивидуальной защиты и при сокращении

времени воздействия вредных производственных факторов (защита временем).

Работа в опасных условиях допускается в крайних случаях, например: при чрезвычайных ситуациях, локализации и ликвидации аварии, проведении спасательных работ, когда непроведение работы грозит катастрофическими последствиями, человеческими и большими материальными потерями.

В зависимости от тяжести и напряженности труда, степени вредности или опасности условий труда определяется размер оплаты труда, продолжительность отпуска, размер доплат и ряд других устанавливаемых льгот, призванных компенсировать отрицательные для человека последствия трудовой деятельности.

Таким образом, если человек получил от своих родителей нормальный генотип, в течение жизни не подвергался негативным воздействиям, то наступает постепенное старение организма и естественная смерть в определенные эволюцией биологические сроки. Однако таких идеальных условий практически не существует, в течение жизни человек подвергается различным видам отрицательных воздействий, которые часто превышают защитные возможности организма и приводят к нарушению течения естественных жизненных процессов. В результате возникают различные болезни и сокращается срок жизни человека. Заболевания не только сокращают жизнь человека, но снижают функциональные возможности организма, работоспособность, жизненные силы.

Речь не идет о создании для человека «тепличных» условий, более того, такие условия снижают адаптационные возможности организма. Например, статистические данные показывают, что люди, работающие на производствах, требующих абсолютно чистой атмосферы, постоянства микроклиматических условий, близких к комфортным, в значительно большей степени подвержены инфекционным и простудным заболеваниям. Это, в частности, относится к людям, работающим в микроэлектронной промышленности.

Таким образом, речь идет о создании таких условий, при которых негативные воздействия не превышали бы защитных способностей организма.

При выборе профессии человек должен учитывать все обстоятельства, связанные с будущей трудовой деятельностью, уметь правильно соотносить состояние своего здоровья и негативные факторы профессии. Это позволит ему на большой срок сохранить свои

жизненные силы и в конечном счете добиться больших успехов в жизни и карьере.

Чрезмерные, или запредельные, формы психического напряжения вызывают нарушения нормального психологического состояния человека, что приводит к снижению индивидуального, свойственного человеку, уровня психической работоспособности. В более выраженных формах психического напряжения снижается скорость зрительных и двигательных реакций человека, нарушается координация движений, могут появляться негативные формы поведения и другие отрицательные явления. Запредельные формы психического напряжения лежат в основе ошибочных действий операторов в сложной обстановке.

В зависимости от преобладания возбудительного или тормозного процесса можно выделить два типа запредельного психического напряжения – тормозной и возбудимый.

Тормозной тип характеризуется скованностью и замедленностью движений. Работник не способен с прежней ловкостью и скоростью производить профессиональные действия. Снижается скорость ответных реакций. Замедляется мыслительный процесс, ухудшается память, появляется рассеянность и другие отрицательные признаки, не свойственные данному человеку в спокойном состоянии.

Возбудимый тип проявляется в виде повышенной активности, многословности, дрожанием рук и голоса. Операторы совершают многочисленные излишние, ненужные действия. Они проверяют состояния приборов, поправляют одежду, растирают руки. В общении с окружающими они обнаруживают раздражительность, вспыльчивость, не свойственную им резкость, грубость, обидчивость.

Употребление алкоголя снижает работоспособность человека, при этом возрастает опасность несчастного случая из-за действия алкоголя на физиологические и психические функции человека.

В состоянии опьянения у человека нарушается координация движений, уменьшается скорость двигательных и зрительных реакций, ухудшается мышление – человек совершает поспешные и необдуманные действия.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что даже употребление небольшого количества алкоголя значительно повышает возможность несчастного случая.

При употреблении больших количеств алкоголя наступает состояние сильного опьянения, при котором нарушается реальное восприятие внешнего мира, человек становится неспособным сознательно управлять своими действиями и теряет трудоспособность.

Таким образом, какова бы ни была степень опьянения человека, любое, даже незначительное, употребление алкоголя повышает подверженность опасности.

1.10. Основные психологические причины травматизма

Причинами травм могут являться нарушения правил и инструкций по безопасности, нежелание выполнять требования безопасности, неспособность их выполнить. В основе этих причин травматизма лежат психологические причины.

Психологические причины возникновения опасных ситуаций можно подразделить на несколько типов (рис. 5).

1. *Нарушение мотивационной части действий человека*, которое проявляется в нежелании действия, обеспечивающего безопасность. Эти нарушения возникают, если человек недооценивает опасность, склонен к риску, критически относится к техническим рекомендациям, обеспечивающим безопасность. Причины этих нарушений действуют, как правило, в течение длительного времени или постоянно, если не принять специальных мер для их устранения.

Нарушения мотивационной части действий могут иметь временный характер, связанный, например, с состоянием депрессии или алкогольного опьянения.

2. *Нарушение ориентировочной части действий человека*, которое проявляется в незнании норм и способов обеспечения безопасности, правил эксплуатации оборудования.

3. *Нарушение исполнительской части действий человека*, которое проявляется в невыполнении правил и инструкций по безопасности из-за несоответствия психофизических возможностей человека (недостаточная координация движения и скорость двигательных реакций, плохое зрение, несоответствие роста габаритам оборудования и т. д.) требованиям данной работы.

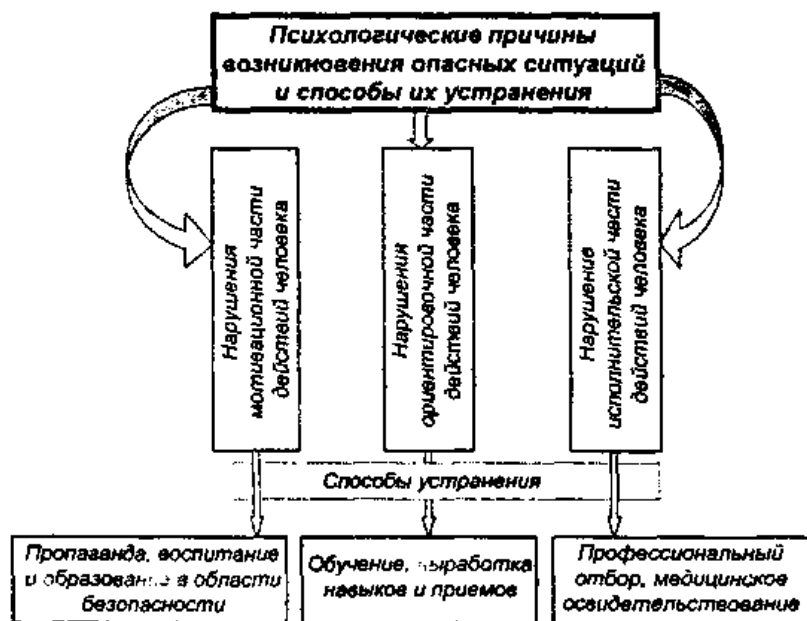


Рис. 5. Психологические причины возникновения опасных ситуаций

Такое подразделение психофизиологических (психофизических) причин позволяет наметить основные способы их устранения.

Для устранения причин мотивационной части необходимо осуществлять пропаганду, воспитание и образование в области безопасности.

Для устранения причин ориентировочной части – обучение, выработку навыков и приемов безопасных действий.

Для устранения причин исполнительской части – профессиональный отбор, периодические медицинские освидетельствования, особенно для сложных, ответственных и опасных видов трудовой деятельности.

Установлено, что *травматизм зависит от возраста работника*. Наибольший уровень травматизма наблюдается у молодых работников и у лиц, имеющих стаж более 15...20 лет.

Наивысший уровень травматизма у молодых работников имеет место в первый год работы. Это связано с профессиональной неопытностью, недостатком знаний, неумением правильно диагностировать возникающие нарушения и опасную ситуацию, находить правильные решения, отсутствием выработанных до автоматизма навыков и действий в опасной ситуации. В немалой степени психологической причиной повышенного травматизма является то обстоятельство, что в молодом возрасте люди склонны к недооценке опасности, повышенному риску, необдуманным поступкам.

Повышенный уровень травматизма у опытных работников связан со снижением с возрастом психологических и физиологических функций человека (остроты зрения, быстроты реакции, координации движений, памяти и т. д.), а также с привыканием к опасности. Если человек в течение длительного времени не подвергался воздействию опасного фактора, у него формируется представление о безопасности процесса. В результате привыкания снижается уровень внимания и контроля за работой оборудования.

Психологические причины формирования опасных ситуаций и травматизма на производстве очень разнообразны и в значительной степени зависят от типа нервной системы человека, его темперамента, образования, воспитания и т. п.

Однако, несмотря на разнообразие психологических причин, следует акцентировать внимание на *причинах осознанного нарушения правил безопасности*:

Экономия сил – свойственное человеку желание достигать цели с наименьшей затратой сил, энергии. Этим можно объяснить пренебрежение использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ), пропуск технологических операций, необходимых для обеспечения безопасности, но не влияющих на качество конечного продукта, выбор небезопасных, но более легких поз и действий.

Экономия времени (стремление быстрее выполнить порученную работу, а сэкономленное время использовать в личных целях) заставляет работника осознанно пропускать операции, предусмотренные требованиями безопасности.

Безнаказанность (экономическая и административная) нарушений требований и правил безопасности со стороны руководства. *Безнаказанность* (физическая и социальная) – отсутствие у работника травм в течение длительного времени и осуждения нарушений правил безопасности со стороны остальных членов трудового коллектива приводит к осознанному пренебрежительному отношению к опасности.

Самоутверждение в глазах окружающих, желание нравиться им заставляют человека пренебрегать опасностью и даже бравировать этим. Такие расхожие фразы, как «риск – благородное дело», «кто не рискует, тот не живет», «кто не рискует, тот не пьет шампанского», способствуют пренебрежительному отношению к опасностям.

Стремление следовать групповым интересам и нормам. Это происходит, если в трудовом коллективе нарушение правил безопасности поощряется, улучшение экономических показателей достигается любой ценой с пренебрежением требованиями безопасности. Особенно это характерно, если работающий включен в

цепочку технологических операций, выполняемых группой. В этом случае групповые интересы вынуждают его осознанно пренебрегать опасностями.

Ориентация на идеалы, причем идеалами могут быть и нарушители требований безопасности.

Привычка работать с нарушениями, которая может быть приобретена человеком вне работы или на другой работе.

Самоутверждение в собственных глазах, как правило, характерно для неуверенных в себе людей.

Переоценка собственного опыта приводит к тому, что человек пренебрегает правилами безопасности в надежде, что большой опыт поможет ему быстро принять меры для предотвращения аварии и несчастного случая, покинуть опасную зону.

Стрессовые состояния человека заставляют его умышленно делать рискованные действия, которые, как он считает, помогут снять стресс. Человеком в такие моменты в большей степени движут эмоции, а не разум.

Склонность к риску, потребность риска характерна психологической структуре некоторых людей. Они испытывают удовольствие от чувства риска.

Перечисленные психологические причины травматизма должны учитываться при разработке организационных мероприятий по повышению безопасности труда, при отборе лиц для выполнения тех или иных видов трудовой деятельности, особенно если она связана с повышенной опасностью и ответственностью за жизнь и здоровье других людей.

Сам же человек при выборе профессии и вида работы должен осознанно относиться к особенностям своего характера, физическому состоянию, если его будущая работа связана с риском для собственной жизни и жизни окружающих людей.

1.11. Эргономические основы безопасности труда

С точки зрения безопасности труда и создания комфортных условий для трудовой деятельности исключительно важным является комплексное изучение системы «человек–машина–производственная среда». В трудовом процессе все компоненты этой системы находятся в тесной взаимосвязи и влияют на безопасность, производительность, работоспособность, здоровье человека. С учетом того обстоятельства, что современное производство становится всё более автоматизированным, на человека все в большей степени возлагаются функции управления и

оператора. Организация рабочего места человека-оператора, комплексно учитывающая характер деятельности, условия труда, психофизиологические возможности и антропометрические характеристики человека, является предметом быстро развивающейся науки – эргономики.

Эргономика – это научная дисциплина, комплексно изучающая человека в конкретных условиях его деятельности в современном производстве. Основным объектом исследования эргономики – *система «человек–машина»*. Эргономические исследования и разработки заключаются в изучении человеко-машинных систем, а именно в исследовании характеристик человека, машины, окружающей среды, характера взаимодействия этих компонентов в конкретных условиях и организации производственной зоны, создании рабочих мест, машин, пультов управления, обеспечивающих максимальное удобство для человека, оптимальные условия взаимодействия с машиной и объектом управления.

На человека в процессе труда действует множество факторов: вид трудовой деятельности, ее тяжесть и напряженность, условия, в которой она осуществляется (вредные вещества, излучения, климатические условия, освещенность и т. д.), психофизиологические возможности человека (прежде всего антропометрические характеристики, скорость реакций на различные раздражители, особенности восприятия цвета и т. д.). Для того чтобы человеко-машинная система функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью, необходимо прежде всего обеспечить совместимость характеристик машины и человека. Она определяется его антропометрической, сенсомоторной, энергетической (биомеханической) и психофизиологической совместимостью.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможность обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы.

Сенсомоторная совместимость предполагает учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предполагает учет силовых возможностей человека при определении усилий, прилагаемых к органам управления.

Психофизиологическая совместимость должна учитывать реакцию человека на цвет, цветовую гамму, частотный диапазон подаваемых сигналов, форму и другие эстетические параметры машины.

К антропометрическим характеристикам человека относятся статические характеристики – размеры тела и его отдельных частей (головы, ног, рук, кистей, стоп, ширина плеч, таза и т. п.) и динамические характеристики – возможные углы поворота отдельных частей тела, зоны досягаемости.

Например, на рис. 6 показаны антропометрические зоны досягаемости рук человека в положении стоя. В табл. 3 представлены размеры этих зон.

Таблица 3

Размеры зон досягаемости рук человека (по рис. 6), мм

Номер позиции на рис. 5 и 6	В вертикальной плоскости		В горизонтальной плоскости	
	для женщин	для мужчин	для женщин	для мужчин
1	1400	1550	1370	1550
2	1100	1350	1100	1350
3	730	800	660	720
4	430	500	200	240
5	630	700	200	240
6	1260	1400	300	335
7	680	770	480	550
8	720	800	–	–

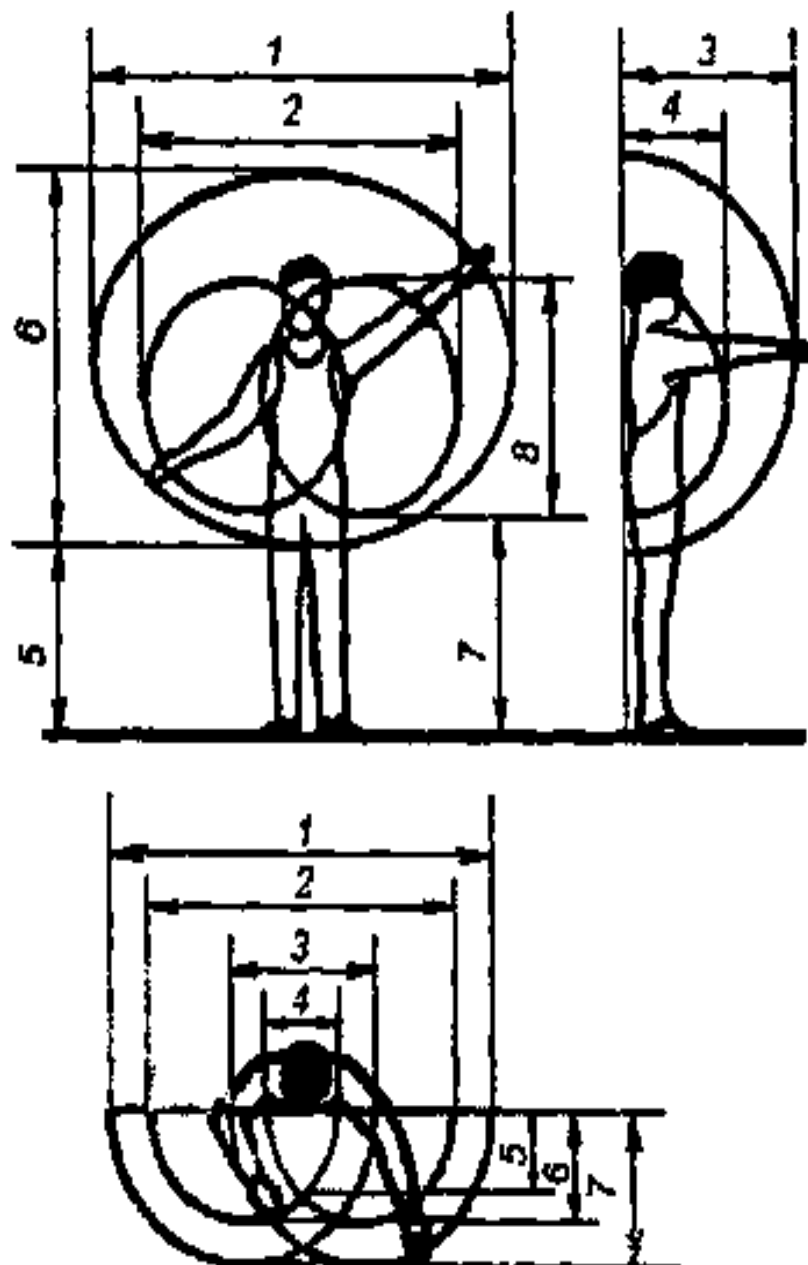


Рис. 6. Зоны досягаемости рук человека в положении стоя в вертикальной и горизонтальной плоскостях: 1...8 – номера зон (см. табл. 3)

Информационные зоны визуального поля обзора человека представлены на рис. 7 и определяются полями зрения (поле ясного зрения, поле обзора и т. д.), размеры которых выражаются углами зрения.

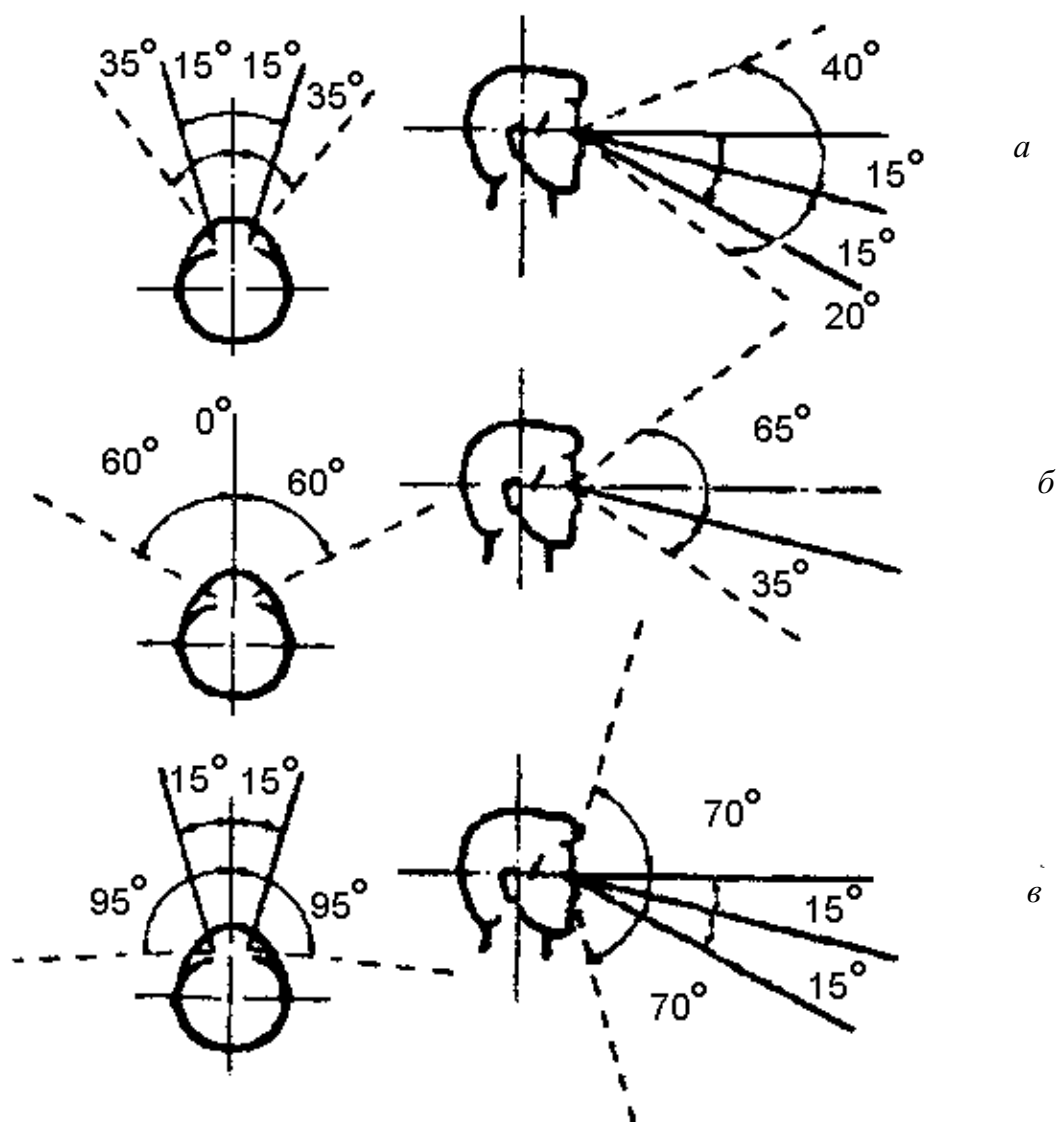


Рис. 7. Информационные зоны визуального поля: *а* – при повороте глаз; *б* – при повороте головы; *в* – при повороте головы и глаз;
 — — оптимальные углы обзора;
 - - - - - максимальные углы обзора

Время некоторых сенсомоторных реакций представлено в табл. 4, 5 и 6.

В процессе управления человек обязательно должен прилагать некоторые усилия к органам управления, так как отсутствие усилий (что может быть при кнопочном управлении) дезориентирует человека, лишает его уверенности в правильности выполненного действия. Однако прилагаемые к органам управления усилия должны быть совместимы с биомеханическими параметрами человека. Слишком большие усилия приводят к перегрузке человека. В табл. 7 приведены средние показатели силы некоторых мышечных групп человека.

Таблица 4

Временные характеристики некоторых
моторных (двигательных) операций

Характер движения	Время выполнения, с
Движение пальцами	0,17
Движение ладонью	0,33
Нажатие рукой, ногой (на педаль)	0,72
Сгибание и разгибание ноги	1,33
Сгибание и разгибание руки	0,72
Ходьба (один шаг)	0,61
Поворот корпуса на 45...90° в положении сидя	0,72
Поворот корпуса на 45...90° стоя с приставлением второй ноги к первой	1,34
Приседание – движение вниз	1,25
Приседание – движение вверх	1,56
Установка предмета: – без точного положения; – в точное положение	0,36; 0,55

Таблица 5

Время реакций на некоторые типы раздражителей

Рефлекторные реакции	Время реакции, с
На световое раздражение	0,16...0,22
На слуховое раздражение	0,14...0,16
На болевое раздражение: – электрокожное; – тепловое	0,10...0,12 0,36...0,40

Таблица 6

Временные затраты оператора
при приёме сигнальной информации

Выполняемое действие	Средняя продолжительность, с
1	2
Чтение показаний индикатора: – газоразрядная лампа; – электролюминофор	0,73; 0,58...0,63
Считывание показаний стрелочного прибора	0,40...1,50
Восприятие оперативной единицы информации	0,20...0,60
Фиксация предмета глазами	0,28

Окончание табл. 6

1	2
Работа с дисплеем (с клавишей «маркер влево»):	
• установка маркера;	0,35...3,10;
• набор на клавиатуре одного знака:	
– с самоконтролем;	0,62;
– без самоконтроля	0,50
Работа с дисплеем (без клавиши «маркер влево»):	
• установка маркера;	0,55...4,30;
• набор на клавиатуре одного знака:	
– с самоконтролем;	1,10;
– без самоконтроля	0,50

Таблица 7

Средние показатели силы некоторых
мышечных групп человека

Группа мышц	Среднее значение силы, <i>H</i>	
	мужчина	женщина
Кисть (сжатие динамометра):		
– правая рука;	386;	225;
– левая рука	362	204
Бицепс:		
– правая рука;	279;	136;
– левая рука	268	130
Кисть (сгибание):		
– правая рука;	279;	217;
– левая рука	266	207
Кисть (разгибание):		
– правая рука;	119;	90;
– левая рука	109	83
Стан (мышцы, выпрямляющие согнутое туловище)	1231	710

Организация рабочего места, конструкция органов контроля и управления должны учитывать антропометрические, сенсомоторные, биомеханические и психофизиологические характеристики человека.

Пространство рабочего места, в котором осуществляются трудовые процессы, должно быть разделено на рабочие зоны. Зонирование рабочего места в горизонтальной и вертикальной плоскостях представлено на рис. 8 и 9. Рабочую зону, удобную для действия обеих рук, нужно обязательно совмещать с зоной визуального обзора.

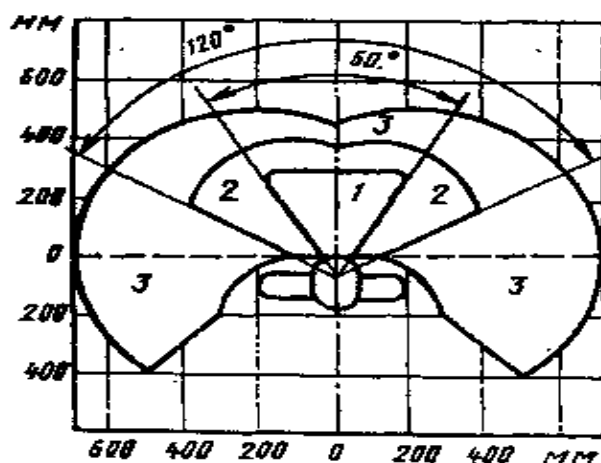


Рис. 8. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления: 1 – зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

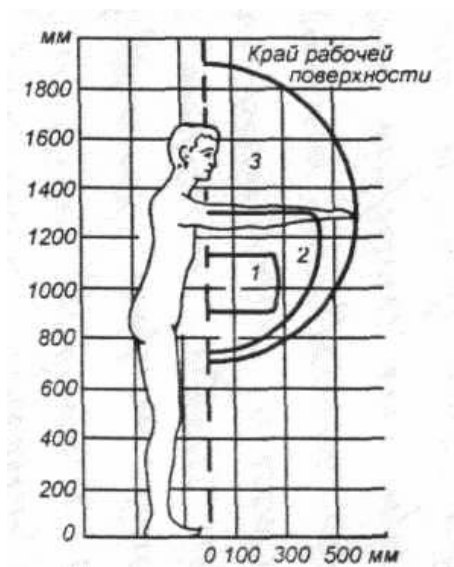


Рис. 9. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости: 1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

Минимальное пространство рабочего места, необходимое для выполнения работы при различных положениях тела, указано на рис. 10.

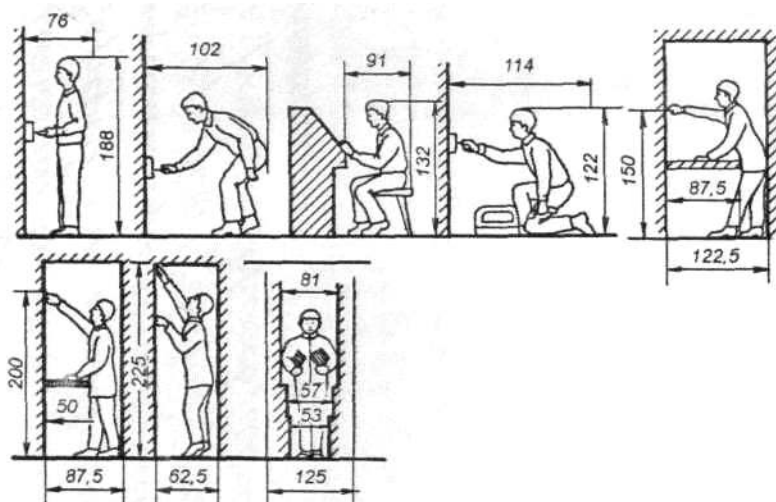


Рис. 10. Минимальное пространство, необходимое для выполнения работы при различных положениях тела

Важное эргономическое значение имеет рабочая поза человека. Рабочая поза «стоя» требует больших энергетических затрат и приводит к быстрому утомлению. Рабочая поза «сидя» менее утомительна, и она более предпочтительна. Рабочая зона должна быть организована, а органы управления должны быть расположены таким образом, чтобы в рабочей позе проекция центра тяжести тела человека была расположена в пределах площади его опоры (рис. 11). В противном случае положение тела человека будет неустойчивым и потребует значительных мышечных усилий. Это может привести к заболеваниям опорно-двигательного аппарата (например, искривлению позвоночника), быстрому утомлению, травме.

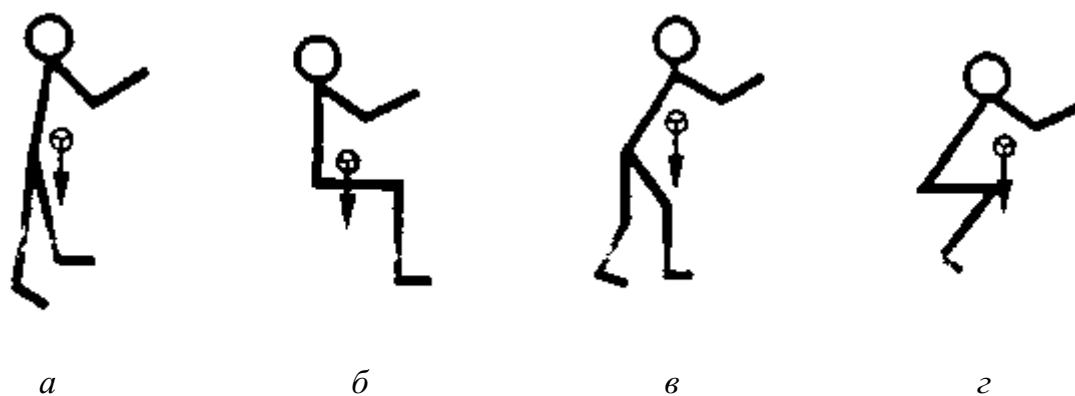


Рис. 11. Схема биомеханического анализа рабочей позы при устойчивой (а и б) и неустойчивой (в и г) позах: а, в – стоя; б, г – сидя

Составной частью рабочего места в положении «сидя» является рабочее кресло оператора. Кресло должно соответствовать

антропометрическим данным человека и, при необходимости, учитывать поправки на спецодежду и снаряжение. Основные геометрические параметры рабочих кресел стандартизованы. Целесообразно применять кресла с регулируемыми параметрами (высотой, углом наклона спинки), чтобы приспособить их под антропометрические характеристики конкретного человека.

Ножные и ручные органы управления должны соответствовать по прилагаемым усилиям биомеханическим характеристикам человека и в зависимости от частоты их использования располагаться в соответствующих зонах досягаемости. Усилия на органах управления не должны быть слишком маленькими, чтобы человек мог контролировать выполняемое им движение. В то же время слишком большие усилия приводят к быстрой усталости и перенапряжению мышц. Для органов управления различного типа существуют рекомендации по оптимальным прилагаемым силам.

Устройства визуальной информации оператора в зависимости от частоты их использования также должны располагаться в соответствующих зонах визуального поля человека. При частом использовании приборы должны располагаться в пределах оптимальных углов обзора, при редком – в пределах максимальных углов обзора.

Цветовая раскраска, размеры органов управления должны соответствовать психофизиологическим и антропометрическим характеристикам человека, освещенности на рабочем месте и другим характеристикам световой среды.

1.12. Причины производственного травматизма и заболеваемости

Мы уже коснулись (разд. 1.10) некоторых причин травматизма, вызванных психическим состоянием организма человека. Здесь приведём полную классификацию и других причин:

- правовые – причины, происшедшие в результате нарушения трудового законодательства;
- организационные – причины, зависящие от уровня организации труда на предприятии, например: недостатки в организации рабочих мест; нарушение технологического регламента; недостатки в обучении и аттестации рабочих; слабый технический надзор за опасными работами; отсутствие, неисправность или неприменение СИЗ, ограждений, предохранительных устройств;
- санитарно-гигиенические – отклонение в ту или иную сторону от предельно допустимых уровней вредных факторов окружающей

среды (температур, освещённости, шумов, излучений и др.), нарушение правил личной гигиены;

- технические – причины, реализующие себя в результате ошибок при расчёте процессов и аппаратов, их проектировании, изготовлении, транспортировке, пуско-наладке и эксплуатации;

- чрезвычайно-ситуационные – причины, произошедшие в результате чрезвычайного события;

- экологические – причины, в основе которых лежат экологические нарушения в атмосфере, гидросфере и литосфере;

- психофизиологические – причины, к которым относятся физические и нервно-психические перегрузки работающего.

В современных сложных технико-технологических системах, в конструкциях машин, приборов и систем управления ещё недостаточно учитываются физиологические, психофизиологические, психологические и антропометрические особенности и возможности человека.

1.13. Методы анализа травматизма

Целью анализа травматизма является разработка мероприятий по предупреждению несчастных случаев. Наиболее распространёнными методами анализа травматизма, взаимно дополняющими друг друга, являются статистический и монографический. В настоящее время всё большее внимание привлекают экономический и эргономический методы.

Статистический метод основан на анализе статистического материала по травматизму, накопленного за год на предприятии (организации). При рассмотрении итогов работы предприятий по борьбе с травматизмом анализируют динамику частоты и тяжести травматизма с течением времени. Сравнивая по этим показателям подразделения организации, делают вывод о приоритетности платежей. Разновидностью статистического метода являются групповой и топографический методы. При групповом методе травмы группируются по отдельным однородным признакам: времени травмирования; возрасту, квалификации и специальности пострадавших; видам работ; причинам несчастных случаев и т. п. Это позволяет выявить наиболее неблагоприятные моменты в организации работ, состоянии условий труда или оборудования.

При топографическом методе все несчастные случаи систематически наносят условными знаками на план расположения оборудования. Скопление таких знаков на том или ином месте характеризует его повышенную травмоопасность.

Монографический метод анализа травматизма представляет собой анализ опасных и вредных производственных факторов, свойственных тому или иному одному (моно) участку производства, оборудованию, технологическому процессу. По этому методу углублённо рассматриваются все обстоятельства несчастного случая, при необходимости делаются соответствующие исследования и испытания. Этот метод применим не только для анализа уже свершившихся несчастных случаев, но и для выявления потенциальных опасностей на изучаемом участке.

Экономический метод заключается в определении экономического ущерба от травматизма для того, чтобы выяснить экономическую эффективность затрат на разработку и внедрение мероприятий по охране труда.

Эргономический метод основан на комплексном изучении системы «человек-машина». Только при соответствии физиологических, психофизиологических и антропометрических данных конкретной трудовой деятельности возможна эффективная и безопасная работа. Нарушение соответствия может привести к несчастному случаю.

Перечисленные методы достаточно трудоёмки, поэтому для эффективного использования информации по охране труда (ОТ) необходимо привлекать средства современной вычислительной техники. Возможности получения необходимой информации в минимальные сроки обеспечивает система автоматизированного учёта и анализа производственного травматизма с применением ЭВМ.

1.14. Относительные показатели производственного травматизма и заболеваемости

Для характеристики уровня производственного травматизма в организациях (предприятиях), для сравнения различных предприятий по уровню травматизма распространение получили относительные показатели травматизма, определяемые по данным отчётности о несчастных случаях. Основными из них являются показатели частоты ($P_{\text{ч}}$) и тяжести травматизма ($P_{\text{т}}$).

Показатель частоты травматизма, рассчитываемый на 1000 работающих,

$$P_{\text{ч}} = T \cdot 1000 / P, \quad (10)$$

где T – число несчастных случаев в отчётном периоде с потерей трудоспособности на 1 и более дней;

P – среднесписочная численность работающих за отчётный период времени.

Показатель тяжести травматизма (средняя тяжесть одного случая, выраженная в днях нетрудоспособности)

$$\Pi_T = D / T, \quad (11)$$

где D – общее число дней нетрудоспособности отсутствующих на работе более одного дня.

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

Показатель нетрудоспособности

$$\Pi_n = D \cdot 1000 / P. \quad (12)$$

Показатель материальных последствий

$$\Pi_m = M_n \cdot 1000 / P, \quad (13)$$

где M_n – материальные последствия несчастных случаев за отчётный период времени, р.

Показатель затрат на предупреждение несчастных случаев за отчётный период

$$\Pi_3 = 3 \cdot 1000 / P, \text{ р.}, \quad (14)$$

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

При статистическом методе анализа общей заболеваемости используются следующие относительные показатели:

а) показатель частоты случаев

$$И_{ч.с} = B \cdot 100 / P, \quad (15)$$

где B – количество случаев заболеваний;

б) показатель частоты дней нетрудоспособности

$$И_{ч.д} = D \cdot 100 / P, \quad (16)$$

где D – количество дней временной нетрудоспособности.

1.15. Профессиональная пригодность человека

Цель профотбора – определение пригодности человека к данной работе. При этом следует различать готовность и пригодность к работе по той или иной профессии.

Профессиональная *готовность* определяется исходя из уровня образования, опыта подготовки исполнителя.

Профессиональная *пригодность* устанавливается с учетом степени соответствия индивидуальных психофизиологических качеств данного человека конкретному виду деятельности.

Профотбор представляет собой специально организуемое исследование, основанное на четких качественных и количественных оценках с помощью ранжированных шкал. Он позволяет не только выявить, но и измерить присущие человеку свойства с тем, чтобы сопоставить их с нормативами, определяющими пригодность к данной профессии. Для изучения профессионально важных качеств человека используют *анкетный, аппаратный и тестовый методы*.

Анкетный метод заключается в том, что с помощью вопросов получают информацию о профессиональных интересах и некоторых свойствах человека. Анкеты могут быть самооценочными, когда испытуемый сам дает оценку своих качеств, и внешнеоценочными, когда оценку дает эксперт на основе обобщения данных, получаемых от лиц, длительное время наблюдавших за испытуемым. *Аппаратный метод* состоит в том, что отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратуры. *Тестовый метод* располагает наборами тестов, предлагаемых испытуемому. Исходным материалом для проведения работы по профессиональному подбору (отбору) являются *профессиограммы*. Профессиограммы представляют собой описание профессионально важных свойств и качеств данной профессии. Перечень этих показателей приведен в табл. 8.

Таблица 8

Профессиональные показатели важных свойств
и качеств личности

Группы	Виды показателей	
I	Физические	Выносливость к физическим усилиям. Затраты мышечной энергии. Динамическая и статическая нагрузки. Выносливость к климатическим изменениям. Сила рук
II	Психосенсорные	Острота и точность зрения, слуха, тактильных и кинестетических ощущений. Чувствительность к различию ощущений. Восприятие предметов в статическом положении и движении
III	Психомоторные	Восприятие пространства и времени. Темп движения. Скорость двигательной реакции. Ритм. Координация движений. Устойчивость движений. Точность движений
IV	Интеллектуальная сфера	Особенность внимания. Наблюдательность. Зрительная, слуховая и двигательная память. Воображение. Особенности мышления. Понимание технических устройств и существа техпроцессов
V	Темперамент	Тип наивысшей нервной деятельности.

	и характер	Эмоциональные, волевые качества. Целеустремлённость. Настойчивость. Старательность. Инициативность. Активность. Организованность. Способность к сотрудничеству
VI	Социально-психологические	Чувство товарищества и коллективизма. Отношение к труду

2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

В этом разделе рассматриваются вредные факторы окружающей среды (ОС). Каждая конкретная ОС содержит не все ранее упоминавшиеся факторы, а лишь несколько, характерных для неё. Для среды большинства производств и учреждений характерны вредности, связанные в первую очередь с воздушной средой, освещением, звуковыми и механическими колебаниями и в меньшей степени с ионизирующими излучениями и электромагнитными полями.

2.1. Воздушная среда

Производственные процессы могут сопровождаться выделением вредных газов, паров, пыли или избыточного тепла, вследствие чего воздух в помещении претерпевает некоторые изменения, которые могут вредно отражаться на здоровье работающих.

К вредностям воздушной среды относятся:

- 1) вредные газы и пары;
- 2) пыль (аэрозоли);
- 3) избыток тепла;
- 4) избыток водяных паров.

Вредные вещества

Гигиенические требования к воздуху помещений сводятся к поддержанию определённых чистоты воздуха и метеоусловий. Таким образом, в рабочей зоне, и особенно на постоянных рабочих местах, воздух должен удовлетворять всем гигиеническим требованиям.

Рабочая зона – пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Постоянное рабочее место – место, на котором работающий находится большую часть (более 50 % или более двух часов непрерывно) своего рабочего времени.

Вредные вещества – вещества, которые при контакте с организмом человека, в случае нарушения требований безопасности, могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующего поколений (ГОСТ 12.1.005–88, ГН 2.25.686–98).

Вредные вещества проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути, через кожу и с пищей. По действию на человека они делятся на две группы: неядовитые и ядовитые.

Неядовитые вещества оказывают только раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, кожу, глаза, практически не попадая в круг кровообращения вследствие плохой растворимости в биологических средах (кровь, лимфа и др. жидкости).

Ядовитые вещества, хорошо растворяясь в биологических средах, способны вступать с ними во взаимодействие, вызывая нарушения нормальной жизнедеятельности. В результате действия ядовитых веществ у человека возникает болезненное состояние – отравление, опасность которого зависит от продолжительности действия, вида и концентрации ядовитого вещества.

По физиологическому действию ядовитые вещества подразделяются на шесть основных групп:

1) раздражающие – действуют на поверхностные ткани дыхательного тракта и слизистые оболочки (сернистый газ, хлор, аммиак и др.);

2) сенсibilизирующего воздействия (наркотические углеводороды, аллергические – формальдегид, растворители лака и др.);

3) общетоксического воздействия (оксид углерода – CO, сероводород, анилин, др.);

4) канцерогенного действия (хром, никель, асбест, бензопирен и др.);

5) мутагенного действия (свинец, марганец, радиоактивные вещества и изотопы);

6) репродуктивного действия (ртуть, стирол, борные соединения, гербициды, инсектициды, фунгициды и др.).

В результате воздействия вредных веществ могут возникать не только острые отравления, которые характеризуются как несчастные случаи, но и профессиональные заболевания. Так, при длительном вдыхании пыли возникают пневмокониозы. При действии кислот, щелочей, растворителей и других едких веществ возникают разнообразные кожные заболевания. В ряде случаев вредные вещества

могут вызывать не только прямые (видимые), но и отдалённые последствия из-за генетических изменений.

В соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при работе не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности:

1-й класс – чрезвычайно опасные вещества с ПДК менее 0,1 мг/м³;

2-й класс – вещества высоко опасные с ПДК от 0,1 до 1,0 мг/м³ включительно;

3-й класс – вещества умеренно опасные с ПДК от 1,1 до 10 мг/м³;

4-й класс – вещества малоопасные с ПДК более 10 мг/м³.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленные ПДК.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ одностороннего действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($C_1, C_2, \dots, C_n$) в воздухе помещения к их ПДК ($ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1. \quad (17)$$

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ, не обладающих односторонним действием, ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

Основные требования к контролю за содержанием вредных веществ в воздухе:

1. Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен быть:

а) для веществ I класса опасности – непрерывный с применением систем самопишущих автоматических приборов, которые выдают сигнал о превышении уровня ПДК;

б) для веществ 2, 3 и 4 классов опасности – периодический.

2. Чувствительность приборов контроля не должна быть ниже 0,5 уровня ПДК; их погрешность не должна превышать $\pm 25 \%$ от определяемой величины.

Производственные метеоусловия

Метеоусловия (микроклимат) в производственных помещениях определяются следующими параметрами:

- 1) температурой воздуха, t °С;
- 2) относительной влажностью воздуха ϕ , %;
- 3) скоростью движения воздуха v , м/с.

Необходимость учёта этих параметров может быть объяснена на основании рассмотрения теплового баланса в организме.

Величина тепловыделений организма человека зависит от степени физического напряжения в определённых метеорологических условиях и может колебаться от 85 до 500 Дж/с.

По степени физического напряжения и, следовательно, энергетических затрат организма все работы подразделяются на 4 категории:

- категория I (лёгкая) – до 200 Вт;
- категория IIa (средней тяжести) – 200...350 Вт;
- категория IIб (средней тяжести) – 350...500 Вт;
- категория III (тяжёлая) – 500...650 Вт;
- категория IV (очень тяжёлая) – более 650 Вт.

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Для того чтобы физиологические процессы в его организме протекали нормально, тепло должно отводиться в окружающую среду. Соответствие между количеством этого тепла и охлаждающей способностью среды характеризует степень её комфортности, создающую условия для нормальной терморегуляции организма. В условиях комфорта у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений – перегрева или переохлаждения.

Отдача организмом человека тепла в окружающую среду происходит в основном путём лучеиспускания, конвекции (в результате омывания воздухом тела человека) и испарения влаги с поверхности кожи. Кроме того, часть тепла расходуется на нагрев вдыхаемого воздуха посредством теплопроводности, через одежду и др.

Количество тепла, отдаваемое организмом каждым из этих путей, зависит от параметров микроклимата.

Различают понятия оптимальных и допустимых параметров метеоусловий в помещениях. Для холодного периода (температура наружного воздуха ниже +10 °С) значения этих параметров приведены в табл. 9 (ГОСТ 12.1.005–88 и Сан Пин 2.2.4.548–96).

Таблица 9

Санитарно-гигиенические нормативы

Категория работ	Оптимальные			Допустимые		
	$t, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$V, \text{м/с},$ не более	$t, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%,$ не более	$V, \text{м/с},$ не более
I	20...23	40...60	0,2	19...25	75	0,2
IIa	18...20	40...60	0,2	17...23	75	0,3
IIб	17...19	40...60	0,3	15...21	75	0,4
III	16...18	40...60	0,3	13...19	75	0,5
IV	16...17	40...60	0,4	12...18	75	0,5

Оптимальные микроклиматические условия – сочетания параметров микроклимата, обеспечивающие сохранение нормального состояния организма без напряжения реакций терморегуляции.

Допустимые микроклиматические условия. Нормальное состояние организма достигается за счёт напряжения реакций терморегуляции не выходящего за пределы физиологических возможностей организма.

Влияние параметров микроклимата на организм человека следующее.

- **Низкая температура.** Её влияние зависит от адаптации организма. При понижении температуры сначала наступает физиологическая, а затем патологическая реакция организма. При физиологической реакции суживаются сосуды, уменьшается теплоотдача, повышаются тепловыделения. При патологической реакции может наступить либо обморожение, либо ознобление, либо ангионевроз – нарушения нервной регуляции сосудов.

- **Высокая температура.** При повышении температуры воздуха теплоотдача от человека понижается за счёт лучеиспускания и конвекции и повышается за счёт испарения пота. При температуре воздуха, равной температуре человеческого тела, вся теплоотдача может идти только за счёт выделения пота, происходит нарушение терморегуляции и перегрев организма.

- **Влажность воздуха.** При высоких температурах и повышении влажности затрудняется испарение пота и наступает перегрев организма; при низких температурах и повышении влажности увеличивается теплоотдача, что может привести к переохлаждению.

Низкая влажность вызывает неприятные ощущения в виде сухости слизистой оболочки рта и верхних дыхательных путей.

- **Скорость движения воздуха.** При температурах воздуха ниже температуры человеческого тела увеличение скорости движения повышает теплоотдачу организма за счёт конвекции.

При температуре воздуха выше температуры человеческого тела увеличение скорости движения воздуха ведёт к перегреву организма.

Мероприятия по борьбе с загрязнённостью воздуха вредными газами, парами и аэрозолями

Все мероприятия по борьбе с вредными газами, парами и аэрозолями на производстве и их вредным влиянием на организм ведутся по следующим основным направлениям:

- 1) удаление из производства или ограничение использования вредных и особенно ядовитых веществ;
- 2) рационализация технологического процесса, устраняющая образование газов, паров и аэрозолей;
- 3) максимальная герметизация оборудования;
- 4) механизация и автоматизация производственных процессов;
- 5) увлажнение обрабатываемых материалов;
- 6) широкое применение различных систем отсоса загрязнённого воздуха от мест выделения газов, паров или аэрозолей;
- 7) снабжение рабочих средствами индивидуальной защиты (спецодежда, респираторы, противогазы) и др.

Мероприятия по созданию условий для нормальной терморегуляции организма

Мероприятия по созданию условий для нормальной терморегуляции организма состоят из следующих направлений деятельности:

- 1) механизация и автоматизация производств;
- 2) защита от источников тепловых излучений (теплоизоляция и экранизация);
- 3) вентиляция производственных помещений (естественная и искусственная);
- 4) мероприятия по предупреждению переохлаждения организма (отопление помещений и др.);
- 5) меры личной профилактики при работе в горячих цехах (рациональный питьевой режим, кратковременные перерывы в работе, спецодежда и др.).

Вентиляция и отопление. Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов, предназначенных для создания организованного воздухообмена, заключающегося в удалении из производственного помещения загрязнённого или перегретого (охлаждённого) воздуха с подачей вместо него чистого и охлаждённого (нагретого) воздуха, что позволяет создать в рабочей зоне благоприятные условия по воздушной среде (СН245–71, ГОСТ 12.4.021–75).

Классификация вентиляционных систем. Вентиляционные системы проектируют в зависимости от движущей силы естественными или искусственными. В первом случае движение воздуха идёт в направлении градиента плотности, различной для слоёв воздуха, имеющих разную температуру (тёплый воздух поднимается вверх). Во втором случае транспорт воздуха осуществляется механическими побудителями (вентиляторами). При общеобменной вентиляции смена воздуха происходит во всём объёме помещения. Назначением локальной вентиляции является локализация вредных выделений в местах их образования и удаление их из помещения. При комбинированной системе одновременно с общим воздухообменом локализуются также и отдельные наиболее интенсивные источники выделений.

В зависимости от направления подачи (притока) воздуха в помещение или удаления (вытяжки) его из помещения вентиляционные системы называют *приточными* или *вытяжными*. 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.

В соответствии с ГОСТ во всех помещениях должна быть предусмотрена естественная вентиляция, стимулируемая ветровым напором. Наружный воздух должен поступать в помещение через открытые проёмы с наветренной стороны здания и выходить через отверстия на противоположной заветренной стороне и отверстия в крыше. Естественная вентиляция дешевле механической, так как большие объёмы воздуха подаются в помещение и удаляются из него без применения вентиляторов и воздухопроводов. Вентиляция происходит через вытяжные каналы, шахты, форточки и фрамуги зданий. Естественная вентиляция может иметь неорганизованный и организованный характер. При неорганизованной вентиляции воздух поступает в помещение и удаляется через неплотности 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 поддаётся регулированию и расчёту, то инфильтрация регулированию практически не поддаётся. Эффективность аэрации существенно ниже летом и в безветренную погоду из-за отсутствия температурного градиента. В соответствии со СНиП II-33-75 приточный воздух с помощью естественной вентиляции следует подавать на высоте не менее 0,3 м и не более 1,8 м.

Для использования ветрового напора используют дефлекторы – специальные насадки, устанавливаемые в верхней части вентиляционных каналов. Поток ветра, обтекая дефлектор, создаёт в канале некоторое разрежение, в результате чего скорость движения воздуха по каналу увеличивается.

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 загрязнённый воздух. Кроме того, воздух можно подавать по воздуховодам в любую зону помещения или удалять его из мест наиболее интенсивного образования вредных веществ. В 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 энергоёмкость.

Приточно-вытяжная общеобменная механическая вентиляция состоит из двух отдельных установок: через одну подаётся чистый воздух, через другую удаляется загрязнённый. Отношение количества подаваемого воздуха к количеству удаляемого называется *воздушным вентиляционным балансом*. При равенстве притока и вытяжки баланс называется *уравновешенным*, при превышении притока над вытяжкой – *положительным*, в противоположном случае – *отрицательным*. При отрицательном балансе воздух из вентилируемого помещения со значительными выделениями вредных веществ не перетекает в помещения с меньшими выделениями или в помещения, где этих выделений вообще нет. Положительный баланс даёт возможность практически полностью изолировать помещение от проникновения в него производственных вредных веществ. Такую вентиляцию используют, например,

в тамбур-шлюзах, отделяющих взрывоопасные производства от невзрывоопасных.

Приточные вентиляционные системы состоят из воздухозаборных устройств, устанавливаемых снаружи здания в тех местах, где воздух наименее загрязнён; устройств, предназначенных для придания воздуху необходимых качеств (фильтры, калориферы); воздуховодов для перемещения воздуха к месту назначения; возбудителей 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 загрязнён, что выброс его в атмосферу недопустим по санитарным требованиям; устройство для выброса удаляемого из помещения воздуха в атмосферу, которое должно быть расположено на расстоянии 1,5 м выше конька крыши. Место для забора свежего воздуха выбирают с учётом направления ветра, с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям и на расстоянии не менее 8 м от него, вдали от мест загрязнений. Фильтры, калориферы и вентиляторы приточной вентиляции обычно устанавливают в вентиляционных камерах, которые часто располагают в подвалах. 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 возможно ближе к местам наибольшего выделения вредностей. Вытяжные вентиляционные камеры устраивают отдельно от приточных вентиляционных камер. В них размещают вентиляторы для побуждения движения воздуха. Вытяжные камеры обычно размещают на чердаке или в технических этажах.

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 работающих. Её экономическое значение состоит в том, что вредности отводятся в больших концентрациях, чем при общеобменной вентиляции, а следовательно, сокращаются воздухообмен и затраты на подготовку и очистку воздуха.

Местная вытяжная вентиляция удаляет вредные выделения непосредственно у мест их возникновения (у сальников насосов, мешалок и т. п.). Местная приточная вентиляция подаёт чистый охлаждённый (нагретый) воздух в рабочую зону, создавая в ней благоприятную метеорологическую обстановку.

Различают три вида укрытий: полностью закрывающие источник выделения вредностей, находящиеся вне источника выделений (открытые отсосы) и передувки.

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, боксы), аспирацию (вредные выделения удаляют из внутренних объёмов технологического оборудования), вытяжные шкафы, зонты, укрытия витринного типа, кабины, камеры и т. д.

Воздушное душирование применяют на рабочих местах горячих цехов. Воздушный душ представляет собой направленный на рабочего поток воздуха, его действие основано на увеличении отдачи тепла человека при возрастании скорости обдувающего воздуха. Скорость обдува регламентирована СН 245–71 и составляет от 1 до 3,5 м/с, в зависимости от интенсивности теплового облучения.

Воздушные завесы используют для ограничения поступления холодного воздуха в помещение через часто открываемые двери или ворота. Воздух в этом случае подают через выпускные щели. Завеса может быть и воздушно-тепловой, если воздух перед подачей нагреть. Воздушно-тепловые завесы устраивают в производственных зданиях преимущественно в зимний период.

Вентиляционные системы и их производительность выбирают и проектируют на основе расчёта необходимого воздухообмена. Согласно СН 245–71 и СНиП II-33–75 количество воздуха, обеспечивающее требуемые параметры воздушной среды в производственном помещении, определяют расчётом, исходя из объёма газопаровыделений, выделений пыли, избыточного тепла и влаги. За окончательное необходимое количество воздуха принимают большее, полученное из расчётов для каждого вида вредности. Объём V (в м³/ч) подаваемого в помещение свежего воздуха, необходимого для разбавления вредных веществ, выделяющихся в рабочем помещении до предельно допустимых концентраций, определяется из следующего соотношения:

$$V = \frac{1000 \cdot G}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ПВ}}}, \quad (18)$$

где G – масса вредных веществ, выделяющихся в рабочее помещение в единицу времени, г/ч;

$C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ, мг/м³;

$C_{\text{ПВ}}$ – содержание вредных веществ в подаваемом воздухе, мг/м³. Согласно СН 245–71 величина $C_{\text{ПВ}}$ не должна превышать 30 % $C_{\text{ПДК}}$.

Наибольшую сложность представляет определение величины G .

Для этой цели на основе натурных наблюдений определены средние удельные газопаровыделения для различных видов оборудования, уплотнительных устройств, арматуры и других источников выделений при различных эксплуатационных условиях.

Если в воздухе рабочей зоны выделяется несколько веществ, не оказывающих одностороннего действия, то количество воздуха допускается принимать по тому вредному веществу, для которого требуется подача чистого воздуха наибольшего объёма. Если вредные вещества оказывают одностороннее действие, то общеобменную вентиляцию рассчитывают суммированием объёмов воздуха, необходимых для разбавления каждого вещества в отдельности до его ПДК с учётом загрязнения приточного воздуха. Объём V подаваемого в помещение свежего воздуха, необходимого для удаления избыточного тепла, рассчитывают по формуле

$$V = \frac{Q_{\text{изб.}}}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{п}})}, \quad (19)$$

где $Q_{\text{изб.}}$ – избытки тепла в помещении, Вт;

c – массовая удельная теплоёмкость воздуха, равная 1 кДж/кг·К;

ρ – плотность воздуха, поступающего в помещение, кг/м³;

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{п}}$ – температура удаляемого и приточного воздуха, °С.

В производственных условиях воздухообмен обычно рассчитывают одновременно по влаге и теплу. Для этого определяют количество поступающих в воздух водяных паров, подсчитывают вносимое ими тепло и к нему прибавляют избыточное тепло $Q_{\text{изб.}}$, поступающее в результате теплоотдачи от других источников.

Объём удаляемого воздуха $V_{\text{выт.}}$ (м³/ч) при расчёте местной вытяжной вентиляции принимается в зависимости от характера вредных выделений, а также от скорости и направления их движения:

$$V_{\text{выт.}} = F \cdot v \cdot 3600, \quad (20)$$

где F – площадь открытого сечения вытяжного устройства, м²;

V – скорость движения всасываемого воздуха в этом проёме (принимается от 0,5 до 1,5 м/с, в зависимости от токсичности и летучести газов и паров).

В тех случаях, когда количество выделяемых вредных веществ в воздух помещений трудно определить, допускается рассчитывать количество вентиляционного воздуха по кратностям воздухообмена, установленным ведомственными нормативными документами. Кратность воздухообмена K показывает, сколько раз в течение часа воздух в помещении должен быть заменён полностью:

$$K = \frac{V}{V_{\text{пом}}}, \quad (21)$$

где K – кратность воздухообмена, ч^{-1} ;

V – объём воздуха для вентиляции помещения, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$V_{\text{пом}}$ – объём помещения, м^3 .

Для большинства помещений основных производств при нормальном ведении технологического процесса K колеблется от 3 до 10. В отраслевых правилах и нормах техники безопасности и промышленной санитарии для проектирования, строительства и эксплуатации различных производств обычно приводятся значения рекомендуемых кратностей часового воздухообмена для различных цехов и производственных помещений. В СНиП II-92–76 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий» приведены кратности воздухообменов для вспомогательных зданий и помещений.

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

В зависимости от условий эксплуатации вентиляторы изготавливают из определённых материалов и различной конструкции:

- обычного исполнения – для перемещения чистого или малозапылённого воздуха с температурой до 80°C ;

- антикоррозионного исполнения – для перемещения агрессивных сред (пары кислот, щелочей). В этом случае вентиляторы изготавливают из железохромистой и хромоникелевой стали, а при небольших размерах – из винипласта;

- взрывозащищённого исполнения – для удаления газо- или паровоздушных взрывоопасных сред; ротор и корпус вентилятора должны быть изготовлены из материалов, исключающих образование искр (сплавы алюминия, латуни, пластмассы), или покрыты специальным изоляционным материалом. Электродвигатели также

должны быть взрывозащищённого исполнения и, как правило, непосредственно соединены с вентилятором.

Отопление. В производственных помещениях, в которых постоянно или длительное время находится обслуживающий персонал, предусматривают систему отопления. В помещениях, где температура обычно поддерживается технологическим оборудованием, должно иметься резервное отопительное устройство, позволяющее поддерживать температуру не ниже 5 °С при ремонте оборудования.

Система отопления состоит из трёх элементов: генератора для получения тепла, теплопроводов для транспортирования тепла к отапливаемому помещению и нагревательных приборов для передачи тепла помещению. Системы, в которых тепло получается и используется в одном помещении, называются *системами местного отопления*; системы, в которых от одного генератора отапливается несколько помещений, называются *центральными отопительными системами*.

В настоящее время местное (печное) отопление производственных помещений практически не применяется, а в производствах, отнесённых по пожаро- и взрывоопасности к категориям А, Б и В, оно вообще запрещено.

Центральное отопление может быть паровым, водяным, воздушным и панельным. Применение водяного и парового отопления не допускается в помещениях, в которых имеются щелочные металлы, металлоорганические соединения, силаны, карбиды и другие вещества, способные при взаимодействии с водой загораться, взрываться или разлагаться с выделением взрывоопасных или токсичных веществ.

Паровое отопление обладает свойствами, которые следует учитывать при организации обогрева в производственных помещениях: высокую температуру нагревательных приборов; как следствие, – высушивание воздуха. То и другое может стать причиной возгорания легковоспламеняющихся веществ и пыли с соответствующими последствиями.

Водяное отопление более гигиенично, так как температура поверхности нагревательных приборов обычно не бывает выше 80...90 °С, а следовательно, предотвращается возможность пригорания пыли. Однако даже при такой температуре нагретые поверхности представляют опасность, если в помещении содержатся пыли органических веществ, например: целлулоида, полимерных лаков, а также легковоспламеняющихся веществ.

При воздушном отоплении теплоносителем служит воздух, нагреваемый до температуры несколько более высокой, чем воздух в

помещении. Системы воздушного отопления могут быть отопительными или отопительно-вентиляционными. В первых осуществляется полная рециркуляция воздуха помещения, во вторых используется свежий воздух, при нагревании которого происходит одновременно отопление и вентиляция. Рециркуляция не допускается в помещениях, в воздушную среду которых выделяются вредные вещества 1, 2 и 3-го классов, а также вещества с резко выраженным неприятным запахом.

Преимущества воздушного отопления – гигиеничность, безопасность, быстрое повышение температуры воздуха в помещении, исключение множества местных нагревательных приборов. Однако воздушное отопление экономически целесообразно для крупных производственных помещений.

Перспективным является использование в качестве теплоносителей пара и воды в отопительных панелях, заложенных в строительные конструкции производственных зданий – в стены, потолок, полы. Отопление этого вида позволяет создать условия комфорта, устранить ощущение зябкости от наружных стен, охлаждать помещение летом. Для этого в трубы панелей подают холодную воду. Недостатком являются значительные капитальные затраты и замедленный темп регулирования температуры, обусловленный тепловой инерцией панелей.

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 (охлаждение), увлажнение (осушка) воздуха и очистка его от пыли. В некоторых случаях необходимо ещё и ионизировать воздух, исключить неприятные запахи или придать приятные для обоняния человека запахи. Различают системы комфортного кондиционирования, обеспечивающие в помещении комфортные постоянные 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 они быстро окупаются.

2.2. Производственное освещение

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. Неудовлетворительное освещение затрудняет проведение работ, ведёт к снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев.

Световое излучение оказывает воздействие на весь организм, оно может вызывать изменение частоты пульса и интенсивности некоторых процессов обмена веществ, оказывать влияние на общее нервно-психическое состояние. Хорошие световые условия оказывают благоприятное общее психофизиологическое воздействие на работоспособность и активность человека, так как более 92 % всей информации о внешнем мире к человеку поступает через органы зрения.

От уровня освещённости (освещённость, измеряемая в люксах, – это поверхностная плотность светового потока) зависит устойчивость ясного видения, которая особенно сильно возрастает при увеличении освещённости до 130...150 лк. Повышается также и скорость различения. Одновременно возрастают общие возможности органов зрения и длительность выполнения работ, требующих высокой точности и зрительного контроля без утомления.

Скорость и точность распознавания зависят также от контраста яркостей объекта различения и фона. Однако следует иметь в виду, что слишком большая яркость поверхности вызывает изменение установившегося уровня видимости, это свойство поверхности называется *блёсткостью*, а состояние глаз под воздействием блёсткости – *ослеплённостью*.

Ослеплённость может быть прямая, вызываемая источником света, и косвенная, вызываемая отражённой блёсткостью.

Освещённость в помещении должна быть такой, чтобы работающий длительное время мог вести наблюдение за всеми операциями без напряжения и утомления зрения и при этом сохранять нормальную работоспособность глаз. Для каждого вида зрительной работы может быть определён наиболее благоприятный световой режим – световой комфорт, характеризуемый интенсивностью и качеством освещения.

Качество освещения зависит от направления падающего на рабочую поверхность светового потока, контраста между объектом различения и фоном, наличия прямой и отражённой блёсткости.

Освещение помещений бывает естественным и искусственным. Естественная освещённость обладает наиболее благоприятным для глаз человека спектром света, но крайне неравномерна во времени –

колеблется в очень широких пределах в зависимости от времени года, времени суток, состояния небосвода и других факторов. Поэтому во всех производственных помещениях обязательно кроме естественного предусматривается искусственное освещение.

Нормирование искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона.

Например, обычные работы в большинстве производств не требуют высокого зрительного напряжения, а лишь общего наблюдения (в соответствии с 8 разрядом), для чего достаточно 20...50 лк. С другой стороны, работа в лаборатории сопряжена с достаточно высоким зрительным напряжением, для которого потребуется 150...200 лк.

Источники света (люминесцентные лампы, лампы накаливания и др.) помещаются в осветительную арматуру для предохранения от механических повреждений, от загрязнения и для улучшения распределения светового потока. Комплект из источника света и осветительной арматуры называется *светильником*.

Как всякое электрооборудование, светильники выпускаются различного исполнения по степени защиты от прикосновения человека и от воздействия окружающей среды. Выбор конструктивного исполнения светильников определяется классификацией помещений по электроопасности и по пожаро- и взрывоопасности.

В зависимости от распределения светового потока, различают: *светильники* прямого света, обеспечивающие направление в нижнюю полусферу не менее 90 % всего светового потока; *светильники* отражённого света, обеспечивающие такое же излучение в верхнюю полусферу; *светильники* рассеянного света, занимающие промежуточное положение.

Светильники прямого света рекомендуется применять для освещения горизонтальных поверхностей в помещениях с низким коэффициентом отражения от потолка и стен.

Светильники отражённого света применяются лишь в специальных случаях, например, когда не допускается наличие резких теней.

Светильники рассеянного света целесообразно применять в помещениях со светлыми потолками и стенами. В этом случае прямой и отражённый световые потоки создают условия для более высокой равномерности освещения.

На промышленных предприятиях зачастую применяется искусственное освещение двух систем: общее и комбинированное (к

общему освещению добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах). Общее освещение подразделяется на общее равномерное освещение (при равномерном распределении светового потока в помещении) и общее локализованное освещение (при распределении светового потока с учётом расположения рабочих мест). Применение одного местного освещения не допускается.

По назначению **искусственное освещение** разделяется на следующие виды: а) рабочее; б) аварийное; в) специальное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещённости в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения. Различают аварийное освещение для временного продолжения работ и аварийное освещение для безопасной эвакуации людей.

Аварийное освещение для временного продолжения работ необходимо на тот случай, если внезапное отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормального обслуживания могут вызвать пожар, взрыв, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса, которое приведёт к большим материальным потерям.

К **специальным видам освещения** относятся: а) охранное; б) дежурное; в) сигнальное и др.

В качестве источников света для освещения промышленных предприятий в настоящее время используются лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Выбор источников света зависит от характера работы, условий среды, размеров помещения.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Удобство в эксплуатации, т. е. включение в сеть без дополнительных устройств, отсутствие периода разгорания и простота изготовления ламп в широком диапазоне мощностей делает эти лампы пока ещё очень распространёнными. Эти источники света рекомендуется применять в помещениях, где производятся относительно грубые работы (нормированная освещённость до 50 лк), а также для местного освещения.

Люминесцентные лампы используются при необходимости создания особо благоприятных условий для зрительной работы (при

выполнении точных работ, в учебных заведениях, при работах, требующих различения цветовых оттенков).

При использовании люминесцентного освещения вследствие пульсации светового потока восприятие движущегося объекта может искажаться. Это проявляется в том, что движущийся объект кажется неподвижным или множественным, состоящим из ряда мнимых изображений. Это явление получило название стробоскопического эффекта. Стробоскопический эффект представляет определённую опасность и может явиться причиной несчастного случая. Для устранения этого эффекта необходимо использовать светильники с несколькими люминесцентными лампами, включёнными в разные фазы трёхфазной сети, либо использовать схемы с искусственным смещением фазы. Ввиду выраженного стробоскопического эффекта нецелесообразно использование люминесцентных ламп для местного освещения.

Основные требования к рабочему освещению:

- 1) создание достаточной освещённости на рабочих местах согласно нормам;
- 2) высокое качество освещения – спектральный состав, близкий к естественному, ограничение прямой и отражённой блёсткости, рациональное направление света, постоянство освещённости во времени;
- 3) бесперебойность и длительность работы установки в данных условиях среды;
- 4) пожарная и электрическая безопасность осветительных устройств;
- 5) экономичность осветительной установки.

2.3. Защита от шума и вибрации

В производственных условиях разнообразные машины, аппараты и механизмы являются агрегатами динамически неуравновешенными. Следствием их работы являются шум и вибрации, систематическое действие которых неизбежно приводит к отрицательному воздействию на организм человека и к снижению производительности его труда.

Некоторые сведения о шуме

Звук – это специфическое ощущение, вызываемое действием звуковых волн на органы слуха.

Слуховой аппарат человека воспринимает звуковые колебания с частотой от 16 до 20 000 Гц. Звуки с частотой ниже 16 Гц

(инфразвуки) и с частотой выше 20 000 Гц (ультразвуки) не слышны для человека.

Шум – это сложный звук, состоящий из сочетания различных по частоте и интенсивности звуков.

Интенсивность звука – это количество энергии, переносимой звуковой волной за 1 с через площадку в 1 см^2 , перпендикулярную движению волны. Ухо человека чувствительно не к интенсивности, а к звуковому давлению, величина которого связана с интенсивностью. Максимальные и минимальные звуковые давления и интенсивности, воспринимаемые человеком как звук, называются пороговыми. Минимальные значения – *порог слышимости* – соответствуют едва ощутимым звукам; максимальные – *болевого порог*, – когда звук не ощущается как звук, а вызывает только болевые ощущения. В практике принято пользоваться не абсолютными значениями звуковых давлений и интенсивностей, а их уровнями. Уровень звукового давления и интенсивности измеряется в децибелах (дБ).

Предел слухового восприятия человека составляет 140 дБ; уровень интенсивности в 150 дБ непереносим для человека; 180 дБ вызывает усталость металла; 190 дБ вырывает заклёпки из стальных конструкций.

Кроме того, по изменению во времени шумы разделяются на *стабильные* и *прерывистые*. Особо неблагоприятно действуют на человека воющие и прерывистые шумы.

ГОСТ 12.1.003–88 устанавливает классификацию шумов, допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к шумовым характеристикам машин, механизмов, средств транспорта и другого оборудования и к защите от шума.

Действие шума на организм человека

Длительное систематическое воздействие шума на организм человека приводит к следующим последствиям шумовой болезни:

- 1) снижается производительность труда. Количество ошибок при расчётных работах возрастает на 50 %;
- 2) ослабляется память, внимание, острота зрения и чувствительность к предупредительным сигналам;
- 3) снижается чувствительность слуха;
- 4) нарушается артериальное давление и ритм сердечной деятельности.

Основными мероприятиями по борьбе с шумом являются:

1. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).

2. Правильная планировка и расположение цехов. Участки с шумным производством должны располагаться с подветренной стороны и на достаточном для снижения уровня интенсивности шума расстоянии.

3. Качественное изготовление деталей станков и машин.

4. Замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.

5. Так как звукопоглощение основано на явлении резонанса и наибольший эффект происходит при совпадении частот падающей звуковой волны и собственных колебаний звукопоглощающей панели, то его целесообразно применять там, где преобладают низкочастотные (до 300 Гц) шумы.

6. Применение звукоизолирующих преград. Звукоизолирующая способность преград возрастает с увеличением их веса и частоты звуковых волн.

7. Применение глушителей шума.

8. Применение средств индивидуальной защиты (тампоны, противозумные наушники, шлемофоны и др.).

Некоторые сведения о вибрации

Физически вибрация характеризуется частотой, амплитудой, скоростью и ускорением.

Пороговое ощущение вибрации возникает у человека, когда ускорение вибрации достигает 1 % от нормального ускорения силы тяжести (примерно $0,1 \text{ м/с}^2$), а неприятное, болезненное ощущение – при достижении ускорения 4...5 % от нормального ускорения силы тяжести (примерно $0,4...0,5 \text{ м/с}^2$).

Проблема нормирования производственных вибраций решается в двух направлениях: инженерно-техническом и санитарно-гигиеническом.

Важное гигиеническое значение имеет частота вибрации. Амплитуда предельно допустимых вибраций должна резко снижаться с увеличением частоты. ГОСТ 12.1.012–90 и СН 2.2.4/2.18.566–98 «Вибрация. Общие требования безопасности» устанавливает классификацию и гигиенические нормы вибрации, требования к вибрационным характеристикам производственного оборудования, включая средства транспорта, требования к средствам вибрационной защиты и методам контроля вибрации.

Однако в условиях практики наиболее опасными могут оказаться вибрации с частотами, близкими к частотам собственных колебаний отдельных органов человеческого организма (6...9 Гц).

Действие вибрации на организм человека

Вибрация, помимо разрушительного действия на машины и механизмы (статистика показывает, что около 80 % поломок и аварий в машиностроении является результатом недопустимых вибраций), оказывает вредное влияние на здоровье людей. Под действием вибрации происходит:

- 1) угнетение периферической нервной системы;
- 2) ослабление памяти;
- 3) падение мышечной силы и веса;
- 4) повышение энергетических затрат организма;
- 5) изменения в нервной и костно-суставной системах;
- 6) повышение артериального давления;
- 7) спазмы сосудов сердца;
- 8) гангрена конечностей.

Виброблезнь относится к группе заболеваний, эффективное лечение которых возможно лишь на ранних стадиях, причём восстановление нарушенных функций происходит очень медленно, а при некоторых условиях наступают необратимые процессы, приводящие к инвалидности.

Таким образом, полное устранение или снижение уровней шума и вибрации являются одним из непереносимых условий оздоровления условий труда и повышения технической культуры производства.

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

1. Правильная организация труда и отдыха:
 - кратковременные перерывы в работе (по 10...15 мин через каждые 1...1,5 часа работы);
 - активная гимнастика рук, тёплые водяные ванны для конечностей и др.

2. Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.

В качестве амортизаторов применяются:

- плиты из минеральной ваты и натуральной пробки. Рекомендуется применять при частотах не менее 20 Гц;
- резиновые амортизаторы (при частотах не менее 12 Гц). Резина обладает высокими упругими качествами, но эти качества со временем теряются – резина стареет. Кроме того, необходимо учитывать малое изменение резины в объёме, поэтому если установить агрегат на толстом куске листовой резины, то такая установка будет

мало отличаться от жёсткой. Резиновые прокладки должны иметь форму, допускающую свободное растягивание резины в стороны;

- металлорезиновые амортизаторы – представляют сочетание стальных пружин с резиной. Применяют при частотах не менее 6 Гц;
- пружинные амортизаторы применяются при любых частотах вибрации.

3. Применение динамических виброгасителей. Устанавливается добавочная колебательная система с частотой, равной частоте возмущающей силы. Эта система вызывает равные, но противофазные колебания.

4. Уравновешивание, балансировка.

5. Жёсткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Амплитуда колебаний подошвы фундамента не должна превосходить 0,1...0,2 мм, а для особо ответственных установок – 0,005 мм.

6. Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве (ГОСТ 12.4.002–84 «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»; ГОСТ 12.4.024–86 «Обувь специальная виброзащитная»).

2.4. Защита от воздействия электромагнитных полей

В настоящее время широкое распространение получили процессы и устройства, в которых используются электростатические и электромагнитные поля.

Высокие и сверхвысокие частоты применяются при СВЧ-нагревах и сушке, радиоспектроскопии, при проверке, настройке, испытаниях радио- и телеаппаратуры и т. д.

Применение этих частот позволяет получить значительный экономический эффект, значительно улучшить условия труда, но образующиеся при этом электромагнитные поля оказывают вредное воздействие на человека, если не принимать мер по его защите.

Некоторые общие сведения

Известно, что вокруг проводника с током возникает одновременно электрическое и магнитное поле. При переменном токе эти поля связаны друг с другом, и поэтому их рассматривают как единое электромагнитное поле (ЭМП).

Электромагнитное поле самостоятельно распространяется в пространстве. Оно изменяется с той же частотой, что и ток, его

образующий. Расстояние, на которое поле распространяется за один период, называется *длиной волны* (λ). Скорость распространения электромагнитной волны в данной среде зависит от диэлектрической постоянной и магнитной проницаемости среды и для воздуха равна скорости света – 300 000 км/с.

Электромагнитные поля подразделяются:

- на поля ВЧ (высокой частоты) с частотами от $6 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^7$ Гц и длинами волн от 5000 до 10 м;
- поля УВЧ (ультравысокой частоты) с частотами от $3 \cdot 10^7$ до $3 \cdot 10^8$ Гц и длинами волн от 10 до 1 м;
- поля СВЧ (сверхвысокочастотные) с частотами от $3 \cdot 10^8$ до $3 \cdot 10^{11}$ Гц и длинами волн от 1 до 0,001 м.

Основными источниками создания ЭМП являются:

- для полей ВЧ и УВЧ:
 - элементы колебательного контура;
 - высокочастотные трансформаторы;
 - линии передачи высокочастотной энергии;
 - рабочие органы (индуктор, конденсатор);
- для полей СВЧ:
 - антенные устройства;
 - отдельные СВЧ-блоки (магнетроны, лампы бегущей волны и т. п.).

В гигиенической практике принято лучистую энергию любой части спектра электромагнитных волн выражать интенсивностью облучения.

Интенсивность облучения – это величина потока энергии, падающей на единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно потоку энергии, в единицу времени. Интенсивность облучения (энергетическая нагрузка на организм) измеряется в Вт/м², точнее, в мкВт/см²; напряжённость электрического поля (E) – в В/м; напряжённость магнитного поля (H) – в А/м.

Действия ЭМП на организм человека

Тело человека представляет собой многослойную структуру, в которой электромагнитная волна многократно отражается, преломляется и поглощается различными тканями неодинаково. Поглощение зависит и от частоты излучения; так, при частотах до 10^6 Гц размеры тела человека малы по сравнению с длиной волны и процессы взаимодействия излучения с тканями выражены слабо. При более высоких частотах размеры тела и даже толщины отдельных слоёв тканей соизмеримы с длинами волн. Диэлектрические потери в этом случае становятся существенными и различными для различных тканей.

Поглощённая тканями энергия электромагнитного излучения превращается в тепловую энергию. Если механизм терморегуляции тела не способен рассеять это избыточное тепло, возможно повышение температуры тела. Некоторые органы и ткани человека, обладающие слабо выраженной терморегуляцией, более чувствительны к облучению (мозг, глаза, почки, кишечник).

Перегревание отдельных тканей и органов ведёт к их заболеваниям, а повышение температуры тела на 1 °С и выше вообще не допустимо.

Влияние электромагнитных излучений заключается не только в их тепловом воздействии. Микропроцессы, протекающие в организме под действием излучений, заключаются в поляризации макромолекул тканей и ориентации их параллельно электрическим силовым линиям, что может приводить к изменению свойств молекул; особенно для человеческого организма важна поляризация молекул воды.

Таким образом, степень воздействия ЭМП на организм человека зависит от интенсивности облучения, длительности воздействия и диапазона частот.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей ВЧ и УВЧ вызывает:

- повышенную утомляемость;
- головную боль;
- сонливость;
- гипертонию;
- боли в области сердца.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей СВЧ вызывает, кроме того:

- изменения в крови;
- катаракту (помутнение хрусталика глаза);
- нервно-психические заболевания.

Функциональные нарушения, вызванные биологическим действием ЭМП, могут накапливаться (кумуляироваться) и до некоторой степени являются обратимыми, но эта обратимость не беспредельна и зависит как от интенсивности и длительности облучения, так и от индивидуальных особенностей организма.

Кроме того, на результат воздействия влияет также характер ЭМП на рабочем месте. Установлено, что на расстоянии до $1/6\lambda$ (точнее, $\lambda/2\pi$) от источника преобладают поля индукции, в связи с чем зона с радиусом в $1/6\lambda$ от источника называется *зоной индукции*. В зоне индукции человек находится в периодически сменяющихся одно другое электрических и магнитных полях и, следовательно, облучение в этой

зоне характеризуется напряжённостями обеих составляющих поля: электрической и магнитной.

Гигиеническое нормирование электромагнитных полей. Нормирование ЭМИ радиочастотного диапазона (РЧ-диапазона) осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.006–84. Для частотного диапазона 30 кГц...300 МГц предельно допустимые уровни излучения определяются по энергетической нагрузке, создаваемой электрическим и магнитным полями,

$$\text{ЭН}_E = E^2 T; \quad \text{ЭН}_H = H^2 T,$$

где T – время воздействия излучения в часах.

Предельно допустимая энергетическая нагрузка зависит от частотного диапазона и представлена в табл. 10.

Таблица 10

Предельно допустимая нагрузка

Диапазоны частот*	Предельно допустимая энергетическая нагрузка	
	$\text{ЭН}_{E\text{доп}}, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	$\text{ЭН}_{H\text{доп}}, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$
30 кГц...3 МГц	20000	200
3...30 МГц	7000	Не разработаны
30...300 МГц	800	0,72
300 МГц...300 ГГц	800	Не разработаны
* Каждый диапазон исключает нижний и включает верхний пределы частот		

Максимальное значение для ЭН_E составляет $20\,000 \text{ В}^2 \cdot \text{ч/м}^2$, для ЭН_H – $200 \text{ А}^2 \cdot \text{ч/м}^2$. Используя указанные формулы, можно определить допустимые напряженности электрического и магнитного полей и допустимое время воздействия облучения:

$$\begin{aligned} \text{ПДУ}_{\text{ш}} &= \sqrt{\frac{\text{ЭН}_{E\text{доп}}}{T}}, \text{В/м}; & \text{ПДУ}_{\text{т}} &= \sqrt{\frac{\text{ЭН}_{H\text{доп}}}{T}}, \text{А/м}; \\ T_{\text{доп}} &= \frac{\text{ЭН}_{E\text{доп}}}{E^2}, \text{ч}; & T_{\text{доп}} &= \frac{\text{ЭН}_{H\text{доп}}}{H^2}, \text{ч}. \end{aligned} \quad (22)$$

Для частотного диапазона 300 МГц...300 ГГц при непрерывном облучении, допустимая ППЭ зависит от времени облучения и определяется по формуле

$$\text{ПДУ}_{\text{ППЭ}} = \frac{2}{T}, \text{Вт/м}^2, \quad (23)$$

где T – время воздействия в часах.

Для излучающих антенн, работающих в режиме кругового обзора, и локального облучения кистей рук при работе с микроволновыми

СВЧ-устройствами предельно допустимые уровни определяются по формуле

$$\text{ПДУ}_{\text{ППЭ}} = k \frac{2}{T}, \text{ Вт/м}^2, \quad (24)$$

где $k = 10$ для антенн кругового обзора и $12,5$ – для локального облучения кистей рук, при этом, независимо от продолжительности воздействия, ППЭ не должна превышать 10 Вт/м^2 , а на кистях рук – 50 Вт/м^2 .

Несмотря на многолетние исследования, сегодня ученым еще далеко не все известно о влиянии ЭМП на здоровье человека. Поэтому лучше ограничивать облучение ЭМИ, даже если их уровни не превышают установленные нормативы.

При одновременном воздействии на человека ЭМИ различных РЧ-диапазонов должно выполняться условие

$$\sum_i \frac{E_i}{\text{ПДУ}_{E_i}} + \sum_i \frac{H_i}{\text{ПДУ}_{H_i}} + \sum_i \frac{\text{ППЭ}_i}{\text{ПДУ}_{\text{ППЭ}_i}} \leq 1, \quad (25)$$

где $E_i, H_i, \text{ППЭ}_i$ – соответственно реально действующие на человека напряженность электрического и магнитного поля, плотность потока энергии ЭМИ;

$\text{ПДУ}_{E_i}, \text{ПДУ}_{H_i}, \text{ПДУ}_{\text{ППЭ}_i}$ – предельно допустимые уровни для соответствующих диапазонов частот.

Нормирование ЭМИ *промышленной частоты* (50 Гц) в рабочей зоне осуществляется по ГОСТ 12.1.002–84. Расчеты показывают, что в любой точке ЭМП, возникающего в электроустановках промышленной частоты, напряженность магнитного поля существенно меньше напряженности электрического поля. Так, напряженность магнитного поля в рабочих зонах распределительных устройств и линий электропередач напряжением до 750 кВ не превышает 20...25 А/м. Вредное же действие магнитного поля на человека проявляется лишь при напряженности поля свыше 150 А/м. Поэтому сделан вывод, что вредное действие ЭМП промышленной частоты может быть обусловлено лишь действием электрического поля. Для ЭМП промышленной частоты установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля.

Допустимое время пребывания персонала, обслуживающего установки промышленной частоты, определяется по формуле

$$T = \frac{50}{E} - 2, \quad (26)$$

где T – допустимое время нахождения в зоне с напряженностью электрического поля E в часах;

E – напряженность электрического поля в кВ/м.

Из формулы видно, что при напряженности 25 кВ/м пребывание в зоне недопустимо без применения индивидуальных средств защиты человека, при напряженности 5 кВ/м и менее допустимо нахождение человека в течение всей 8-часовой рабочей смены.

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью допустимое время пребывания человека можно определить по формуле

$$T = 8(t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + \dots + t_{En}/T_{En}), \quad (27)$$

где $t_{E1}, t_{E2}, \dots, t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах соответственно напряженностью $E_1, E_2, \dots, E_n$; $T_{E1}, T_{E2}, \dots, T_{En}$ – допустимое время пребывания в зонах соответствующей напряженности, рассчитанное по формуле (26) (каждое значение не должно превышать 8 ч).

Предельно допустимое значение напряженности *электростатических полей* (ЭСП) устанавливается в ГОСТ 12.1.045–84 и не должно превышать 60 кВ/м при действии в течение 1 ч. При напряженности ЭСП менее 20 кВ/м время пребывания в поле не регламентируется.

Напряженность *магнитного поля* (МП) в соответствии с ПДУ 1742–77 на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м.

Контроль напряжённости поля и плотности потока энергии производится периодически, не реже 1 раза в год, а также в следующих случаях:

- при вводе в эксплуатацию новых установок;
- изменении в конструкции действующих установок;
- изменении средств защиты;
- изменении режима работы установки;
- организации новых рабочих мест;
- проведении ремонтных работ на установке.

Измерение необходимо выполнять при наибольшей используемой мощности источника. В случаях когда источник имеет несколько рабочих режимов, измерения производятся в каждом режиме.

Защита от воздействия ЭМП

Выбор средств защиты производится в зависимости от диапазона частот, типа источника излучения, его мощности и характера работ.

1. Снижение напряжённости поля в диапазонах ВЧ и УВЧ производится экранированием высокочастотного трансформатора, линий передачи энергии и рабочего органа. Экранирование

производится листовым алюминием или железом толщиной не менее 0,5 мм (толщина нужна для механической прочности изделия).

2. Снижение плотности потока энергии в диапазоне СВЧ производится либо с применением поглотителей мощности (например, графита), либо экранированием источников (сплошные или сетчатые металлические экраны).

3. Экранирование рабочего места производится при невозможности экранирования источника (кабины с металлической обшивкой).

4. Снижение отражённой энергии производится при выполнении двух обязательных условий:

а) в помещении не должны находиться посторонние металлические предметы;

б) на каждую промышленную ВЧ-установку, расположенную в отдельном помещении, должно приходиться площади не менее 25 м^2 при мощности установки до 30 кВт и не менее 40 м^2 – при большей мощности.

5. Применение средств индивидуальной защиты:

а) халаты из отражающих излучения тканей (металлизированных);

б) очки с латунной сеткой вместо стекла;

в) очки со стеклом, покрытым слоем полупроводникового материала;

г) специальные каски или шлемы.

2.5. Защита от ионизирующих излучений

В последнее время всё более широкое применение получают установки, работа которых сопровождается ионизирующим излучением (рентгеновские установки, атомные реакторы и т. д.). Радиоактивные изотопы получили широкое распространение в приборостроении и других отраслях народного хозяйства.

Очевидно, что с расширением использования атомной энергии в мирных целях возрастает число людей, подвергающихся опасности облучения, соответственно всё большее значение приобретает рациональная организация труда и применение защитных средств при работе с источниками радиоактивных излучений.

Виды радиоактивных излучений

К основным видам радиоактивных излучений относятся:

α -излучение – это поток ядер гелия, испускаемый радиоактивным веществом. Значительная масса α -частиц ограничивает

их скорость и увеличивает число столкновений в веществе, поэтому α -частицы обладают высокой ионизирующей и малой проникающей способностью. Пробег α -частиц в воздухе составляет всего до 8...9 см;

β -излучение – это поток электронов или позитронов, возникающий при радиоактивном распаде. По сравнению с α -частицами

β -частицы обладают значительно меньшей массой и большей скоростью распространения в веществе, следовательно, у них меньше ионизирующая, но больше проникающая способность. Пробег β -частиц в воздухе составляет до 18 м;

γ -излучение представляет собой электромагнитное (фотонное) излучение, испускаемое при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Другими словами, это электромагнитные колебания высокой частоты ($10^{20}...10^{22}$ Гц); γ -излучение обладает большой проникающей способностью и малым ионизирующим действием;

рентгеновское излучение (как и γ -излучение) представляет собой электромагнитные колебания высокой частоты ($10^{17}...10^{20}$), возникающие при торможении быстрых электронов в веществе;

нейтронное излучение – поток незаряженных частиц, которые могут взаимодействовать только с ядрами атомов, не проявляя при этом непосредственного ионизирующего воздействия. Однако при этом образуются заряженные частицы (ядра отдачи) либо γ -лучи (при захвате нейтронов ядрами атомов), которые производят ионизацию. Нейтронное излучение обладает очень большой проникающей способностью.

Параметры ионизирующих излучений

В процессе прохождения через вещество ионизирующие излучения вызывают ионизацию этого вещества, теряя при этом часть своей энергии, поглощаемой веществом. Степень ионизации и количество энергии, поглощённой веществом, является мерой взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Для характеристики этого взаимодействия применяются следующие понятия и определения:

период полураспада – время, в течение которого распадается половина ядер радиоактивного вещества;

активность изотопа – количество атомов изотопа, распадающихся в 1 с. Измеряется в Кюри (Ки); 1 Ки – это активность изотопа, в котором за 1 с происходит $3,7 \cdot 10^{10}$ актов распада;

энергия излучения – единицей измерения является электрон-вольт (эВ); 1 эВ – это кинетическая энергия, которую получает 1 электрон при разности потенциалов в 1 В;

доза излучения – величина, характеризующая ионизационную способность радиоактивного препарата. Доза в 1 рентген (р) – такая доза рентгеновского, или γ -излучения, при которой сопряжённая корпускулярная эмиссия в 1 см³ атмосферного воздуха (при $t = 0$ °С и $P = 760$ мм рт. ст.) производит ионы, несущие заряд в одну электростатическую единицу количества электричества каждого знака;

мощность дозы – доза излучения, поглощённая в массе вещества за единицу времени;

поглощённая доза – энергия любого вида излучения, поглощённая единицей массы облучаемого вещества. Единица измерения – рад. Доза в 1 рад соответствует 0,01 Дж энергии, поглощённой 1 кг массы вещества;

относительная биологическая эффективность – ОБЭ. Применяется для сравнения биологического действия излучений различного вида. ОБЭ излучения показывает, во сколько раз биологическое действие данного излучения отличается от биологического действия γ -излучения, принятого за единицу;

биологический эквивалент рада – бэр. Служит для оценки дозы облучения с учётом вида излучения; 1 бэр – это такая поглощённая доза любого вида излучения, которая вызывает такой же биологический эффект, что и доза в 1 рад γ -излучения:

$$1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад} \cdot \text{ОБЭ}.$$

Действие ионизирующих излучений на организм человека

Ионизация живой ткани приводит к разрыву молекулярных связей и изменению химической структуры различных соединений. Изменения в химическом составе значительного числа молекул приводят к гибели клеток.

Под влиянием излучения в живой ткани происходит расщепление воды на атомарный водород Н и гидроксильную группу ОН, которые, обладая высокой химической активностью, вступают в соединения с другими молекулами ткани и образуют новые химические соединения, не свойственные здоровой ткани. В результате происшедших изменений нарушаются нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ.

Под влиянием ионизирующих излучений в организме может происходить торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свёртываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, расстройство деятельности желудочно-кишечного тракта, истощение организма, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др.

Необходимо различать внешнее облучение и внутреннее. Под внешним облучением следует понимать такое, когда источник расположен вне организма и исключена вероятность попадания радиоактивного вещества внутрь организма (работа на рентгеновских аппаратах; с источниками, заключёнными в герметичные ампулы, и др.). Внутреннее облучение происходит при попадании радиоактивного вещества внутрь организма при вдыхании воздуха, через пищеварительный тракт и, в редких случаях, через кожу. При попадании радиоактивного вещества внутрь организма человек подвергается непрерывному облучению до тех пор, пока радиоактивное вещество не распадётся или не выведется из организма в результате физиологического обмена. Это облучение очень опасно, так как вызывает долго не заживающие язвы, поражающие различные органы.

Однократное облучение в дозе 25...50 бэр приводит к незначительным, скоро проходящим изменениям в крови; при дозах облучения 80...120 бэр появляются начальные признаки лучевой болезни, но смертельный исход отсутствует. Острая лучевая болезнь развивается при однократном облучении дозой 270...300 бэр, смертельный исход возможен в 50 % случаев. Смертельный исход в 100 % случаев наступает при дозах 550...700 бэр.

Заболевания, вызванные радиацией, могут быть острыми и хроническими. Острые поражения наступают при облучении большими дозами в течение короткого промежутка времени. Характерной особенностью острой лучевой болезни является цикличность её протекания, в которой можно выделить 4 периода:

первичная реакция: через несколько часов после облучения появляется тошнота, рвота, головокружение, вялость, учащённый пульс, иногда повышается температура на 0,5...1,5 °С. Происходит увеличение числа белых кровяных телец (лейкоцитоз);

скрытый период (период видимого благополучия): болезнь протекает скрыто. Продолжительность этого периода зависит от полученной дозы (от нескольких дней до двух недель). Обычно чем короче скрытый период, тем тяжелее исход заболевания;

разгар болезни: появляются тошнота и рвота, сильное недомогание, поднимается высокая температура ($40...41^{\circ}\text{C}$), появляется кровотечение из дёсен, носа и внутренних органов. Число лейкоцитов резко снижается, смертельный исход чаще всего наступает между двенадцатым и восемнадцатым днями после облучения;

выздоровление: наступает через 25...30 дней после облучения. Далеко не всегда происходит полное восстановление организма. Очень часто наступает раннее старение, обостряются прежние заболевания.

Хронические поражения развиваются всегда в скрытой форме в результате систематического облучения дозами больше предельно допустимых.

Различают три степени хронической лучевой болезни. Для первой, лёгкой степени, характерны незначительные головные боли, вялость, слабость, нарушение сна и аппетита. При второй степени указанные признаки заболевания усиливаются, возникают нарушения обмена веществ, сосудистые и сердечные изменения, расстройство пищеварительных органов, кровоточивость и др. Третья степень характеризуется ещё более резким проявлением перечисленных симптомов. Нарушается деятельность половых желёз, происходят изменения центральной нервной системы, наблюдаются кровоизлияния, выпадение волос. Отдалённые последствия лучевой болезни – повышенное предрасположение к злокачественным опухолям и болезням кроветворных органов.

Нормирование ионизирующих излучений

В настоящее время предельно допустимые уровни ионизирующего облучения определяются «Нормами радиационной безопасности» НРБ-99 и «Основными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» ОСП-72/90 и СП 26.1-758-99.

В соответствии с НРБ-99 и ОСП-72/90 установлены следующие категории облучаемых лиц: категория А – персонал; категория Б – ограниченная часть населения; категория В – всё остальное население.

Категория А (персонал) – лица, которые постоянно или временно работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений. В качестве основного дозового предела для лиц категории А установлена годовая предельно допустимая доза (ПДД). ПДД для персонала не должна превышать 5 бэр в год. ПДД – наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы в год, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала (категории А) неблагоприятных изменений,

обнаруживаемых современными методами. Эквивалентная доза H (бэр), накопленная в организме за время T (лет) с начала профессиональной работы, не должна превышать значения, получаемого по формуле $H = \text{ПДД} \cdot T$. В любом случае доза, накопленная к 30 годам, не должна превышать 12 ПДД.

Категория Б (ограниченная часть населения) – лица, которые не работают непосредственно с источниками излучения, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ и других источников излучения, применяемых в учреждениях и удаляемых во внешнюю среду с отходами. В качестве дозового предела для лиц категории Б устанавливается годовой предел дозы (ПД). Все другие нормы, связанные с ионизирующими излучениями, в том числе допустимые уровни загрязнения кожных покровов, наружных частей оборудования и т. д. радиоактивными веществами, установлены НРБ–99 и ОСП-72/90.

В табл. 11 приведены основные дозовые пределы облучения. Пределы облучения персонала и населения, указанные в таблице, не включают в себя дозы от природных и медицинских источников ионизирующего излучения, а также дозы, полученные в результате радиационных аварий. На эти виды облучения в НРБ–99 устанавливаются специальные ограничения.

Таблица 11

Основные дозовые пределы облучения
(извлечение из НРБ–99)

Нормируемые величины	Дозовые пределы, Зв	
	Лица из персонала* (группа А)	Лица из населения
Эффективная доза	20 мЗв год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
– в хрусталике;	150	15
– коже**;	500	50
– кистях и стопах	500	50
* Дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать $\frac{1}{4}$ значений для персонала группы А. Далее все нормативные значения для категории персонала приводятся только для группы А.		
** Относится к среднему значению в покровном слое толщиной 5 мг/см ² . На		

Защита от ионизирующих излучений

Защита работающих с радиоактивными изотопами от ионизирующих излучений осуществляется системой технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий. Основными методами защиты являются:

защита временем: чем меньше время облучения, тем меньше полученная доза;

защита расстоянием: чем дальше от источника излучения, тем меньше полученная доза;

защита экранированием: для защиты от α -излучения достаточен лист бумаги. Применяют также экраны из плексигласа и стекла толщиной в несколько миллиметров. Экраны для защиты от β -излучений изготавливают из материалов с малой атомной массой (алюминий) либо из плексигласа и карболита. Для защиты от γ -излучений применяют материалы с большой атомной массой и высокой плотностью: свинец, вольфрам и т. п. Для защиты от нейтронного излучения применяют материалы, содержащие водород (вода, парафин), а также бериллий, графит и др. Толщина защитных экранов определяется по специальным таблицам и номограммам.

Важное значение имеет организация работ с источниками ионизирующих излучений. Помещения, предназначенные для работы с радиоактивными изотопами, должны быть отдельными, изолированными от других помещений и специально оборудованными. Желательно в одном помещении проводить работу с веществами одной активности, что облегчает устройство защитных средств. Стены, потолки и двери делают гладкими, чтобы они не имели пор и трещин. Все углы в помещении закругляют для облегчения уборки помещений от радиоактивной пыли. Стены покрывают масляной краской на высоту 2 м, а при возможности поступления в воздушную среду помещений радиоактивных паров или аэрозолей как стены, так и потолки покрывают масляной краской полностью.

Полы изготавливают из плотных материалов, которые не впитывают жидкости, применяя для этого линолеум, полихлорвиниловый пластикат и т. п. Края линолеума и пластиката поднимают на высоту 20 см по стенам и тщательно заделывают.

В помещении необходимо предусматривать воздушное отопление. Обязательно устройство приточно-вытяжной вентиляции не менее чем с пятикратным обменом воздуха. В рабочих помещениях ежедневно проводят влажную уборку и не реже 1 раза в месяц –

генеральную уборку с мытьём горячей мыльной водой стен, окон, дверей и всей мебели. Уборочный инвентарь из помещений не выносят и хранят в закрывающихся шкафах или металлических ящиках.

Средства индивидуальной защиты

При работе с радиоактивными изотопами в качестве спецодежды можно применять халаты, комбинезоны и полукombинезоны из неокрашенной хлопчатобумажной ткани, а также хлопчатобумажные тапочки.

При опасности значительного загрязнения помещения радиоактивными изотопами поверх хлопчатобумажной одежды следует надевать плёночную одежду (нарукавники, брюки, фартук, халат, костюм), закрывающие всё тело или только места наибольшего загрязнения.

При использовании средств индивидуальной защиты следует обращать внимание на последовательность их надевания и снятия. Несоблюдение этого ведёт к загрязнению рук, одежды, оборудования.

Надевать и снимать перчатки следует так, чтобы их внешняя сторона не коснулась внутренней и чтобы голые пальцы не притрагивались к внешней загрязнённой стороне.

Дозиметрический контроль

Безопасность работы с источниками излучений можно обеспечить, организовав систематический дозиметрический контроль за уровнями внешнего и внутреннего облучения персонала, а также за уровнем радиации в окружающей среде.

В настоящее время существуют следующие методы контроля за радиоактивными излучениями:

ионизационный – основан на способности некоторых газов под воздействием излучений становиться проводниками тока;

сцинтилляционный – основан на способности некоторых твёрдых и жидких веществ люминесцировать под воздействием излучений;

фотографический – основан на способности фотоэмульсионного слоя под воздействием излучений темнеть после проявления;

химический – основан на способности некоторых веществ под воздействием излучений изменять свой цвет.

Все дозиметрические приборы делятся на две группы:

индикаторные – для быстрого обнаружения источников излучения;

измерительные – для количественных измерений дозы и мощности излучения.

В правилах ОСП-72/80 оговорён строгий порядок радиационного контроля, в том числе и индивидуального, цель которого – контроль соблюдения норм радиационной безопасности, санитарных правил и получение информации о дозе облучения персонала.

Во всех учреждениях, где проводятся работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, служба радиационной безопасности проводит дозиметрический и радиометрический контроль. Частоту дозиметрических замеров и характер необходимых измерений устанавливает администрация по согласованию с местными органами санитарного надзора.

В зависимости от характера проводимых работ контролю подлежат:

- содержание радиоактивных веществ в воздухе рабочих и других помещений;
- уровень загрязнения радиоактивными веществами поверхностей и оборудования, кожных покровов и одежды работающего;
- выбросы радиоактивных веществ в атмосферу;
- содержание радиоактивных веществ в жидких отходах, сбрасываемых непосредственно в канализацию;
- сбор, удаление и обезвреживание радиоактивных твёрдых и жидких отходов;
- уровень загрязнения объектов внешней среды за пределами учреждения;
- уровень загрязнения радиоактивными веществами транспортных средств.

Если при профессиональном облучении индивидуальные дозы могут превышать 0,3 годовых ПДД, то устанавливают индивидуальный дозиметрический контроль и специальное медицинское наблюдение. При меньших значениях доз ограничиваются контролем мощности дозы внешних потоков излучения и концентрации радиоактивных веществ в рабочих помещениях.

3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

По физической природе опасные производственные факторы (опасности) разделим:

- на механические;
- термические;
- электрические;
- пожаровзрывоопасные;
- связанные с работой ПЭВМ и ВДТ.

3.1. Опасные механические факторы

Источником механических травм могут быть: движущиеся механизмы и машины, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, разрушающиеся конструкции, острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхности заготовок, изделий, инструментов и оборудования, подъемно-транспортное оборудование, а также падение предметов с высоты. К перечисленным выше источникам можно добавить коррозию металлов, являющуюся причиной ослабления прочности конструкции и способствующей внезапному ее разрушению; неправильную эксплуатацию сосудов, работающих под давлением, при разрушении которых выделяются значительные количества энергии; падение на скользких поверхностях, действие нагрузок при подъеме тяжестей и т. д.

Наиболее типичным источником механических травм являются риски, заусеницы, выступы на движущихся (как правило, вращающихся) частях механизмов и инструментов. Чаще всего они расположены в следующих трех основных местах:

- *в точке операции* – точка, в которой на материале выполняются следующие виды работ: резка, формовка, штамповка, тиснение, сверление, формирование заготовок и т. д.;
- *приводах и устройствах, передающих механическую энергию*, – любые компоненты механической системы, передающие энергию выполняющим работу частям машины, – маховики, шкивы, ремни, шатуны, муфты, кулачки, шпиндели, цепи, кривошипы, шестерни и др.;
- *прочих движущихся частях* – все части машины, которые двигаются, пока машина находится в работе, такие как возвратно-поступательные, вращающиеся и поперечно движущиеся части, а также механизмы подачи и вспомогательные части машины.

Широкое разнообразие видов механического движения и действий, которые могут представлять опасность для рабочих, включают в себя движение вращающихся деталей, возвратно-поступательных плечей, движущихся ремней, шестерней, режущих зубьев и любых частей, которые могут ударить, толкнуть или оказать другое динамическое воздействие. Различные типы механического движения и действий присущи почти всем машинам, и понимание этого – первый шаг к защите от опасности, которую они могут представлять.

Другими причинами получения механических травм могут являться:

- падение на скользком полу, так как иногда на полу могут оказаться пятна разлитого или вытекшего из оборудования масла;
- падение с высоты или неустойчивого, колеблющегося основания, на котором стоит человек при выполнении работы;
- технологический транспорт (вагонетки, электрокары, погрузчики), передвигающиеся в рабочей зоне, цеху, на территории предприятия;
- промышленные роботы и манипуляторы при попадании человека в зону их действия;
- а также целый ряд других разнообразных, но менее типичных причин, например, разрушение трубопроводов и емкостей, находящихся под давлением, падение предметов с высоты, обрушение строительных конструкций и т. д.

В производстве широко используются подъемно-транспортное оборудование и машины, которые являются наиболее типичными источниками получения механических травм. Число видов и типов машин и устройств для подъемно-транспортных операций велико.

Для защиты от механического травмирования применяют следующие способы:

- недоступность для человека опасных объектов;
- применение устройств, защищающих человека от опасного объекта;
- применение средств индивидуальной защиты.

Существует много способов обеспечить защиту машин, механизмов, инструмента. Тип работы, размер или форма обрабатываемого материала, метод обработки, расположение рабочего участка, производственные требования и ограничения помогают определить подходящий для данного оборудования и инструмента способ защиты.

Наибольшее применение для защиты от механического травмирования машинами, механизмами, инструментами находят оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

Оградительные устройства предназначены для предотвращения случайного попадания человека в опасную зону. Они применяются для изоляции движущихся частей машин, зон обработки станков, прессов, ударных элементов машин и т. д. Оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными. Они выполняются в виде защитных кожухов, дверц, козырьков барьеров, экранов. Оградительные устройства изготавливают из металла, пластмасс, дерева и могут быть как сплошными, так и сетчатыми.

Существует четыре общих типа ограждений (барьеров, препятствующих входу в опасные зоны).

Стационарные ограждения. Любое стационарное ограждение является постоянной частью данной машины и не зависит от движущихся частей, выполняя свою функцию. Оно может быть выполнено из листового металла, проволоочной сетки, реек, пластмассовых и других материалов, достаточно прочных для того, чтобы выдерживать любой возможный удар и иметь долгий срок службы. Стационарные ограждения обычно предпочтительнее всех других типов ограждений, поскольку они проще и прочнее.

Совмещенные защитные устройства. Ограждение снабжено устройством блокировки. Когда ограждение открыто, механизм блокировки автоматически отключается или разъединяется и машина не может продолжить свой цикл или начать новый, пока защитное ограждение не будет поставлено на место. Тем не менее возвращение на место защитного устройства не влечет за собой автоматического включения машины. Совмещенные с блокировками ограждения могут

использовать электрическую, механическую, гидравлическую или пневматическую энергию, а также комбинацию из этих видов энергии.

Регулируемые защитные устройства. Регулируемые защитные устройства позволяют достичь гибкости в выборе различных размеров материалов.

Саморегулирующиеся защитные устройства. Открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала. Когда рабочий продвигает материал в опасную зону, защитное ограждение откидывается, открывая достаточно большое пространство только для приема материала. После того как материал снят, ограждение возвращается на первоначальную позицию. Такое защитное ограждение обеспечивает защиту рабочего, устанавливая барьер между ним и опасной зоной.

Предохранительные (блокирующие) устройства предназначены для автоматического отключения машин и оборудования при отклонении от нормального режима работы или попадании человека в опасную зону.

Предохранительные устройства могут остановить машину, если рука или любая другая часть тела непредумышленно попала в опасную зону. Существуют следующие основные типы предохранительных устройств: устройства обнаружения присутствия и оттягивающие устройства.

Устройства обнаружения присутствия останавливают машину или прерывают рабочий цикл или операцию, если рабочий находится в пределах опасной зоны. По принципу действия устройства могут быть фотоэлектрическими, электромагнитными (радиочастотными), электромеханическими, радиационными, механическими. Имеются и другие, менее распространенные, виды блокирующих устройств (пневматические, ультразвуковые).

Фотоэлектрическое (оптическое) устройство присутствия использует систему световых источников и органов управления, которая может прерывать рабочий цикл машин. Его работа основана на принципе преобразования в электрический сигнал светового потока, падающего на фотоэлемент. Опасную зону ограждают световыми лучами. Пересечение человеком, его рукой или ногой светового луча вызывает изменение фототока и приводит в действие механизмы защиты или отключения установки.

Аналогичные оптические устройства используются в турникетах метро. Такое устройство следует использовать только на машинах, которые можно остановить до того, как рабочий достигнет опасной зоны.

Радиочастотное (емкостное) устройство присутствия использует радиолуч, который является частью цепи управления. Когда

емкостное поле нарушено, машина останавливается или не включается. Такое устройство следует использовать только на тех машинах, которые могут останавливаться до того, как рабочий достигнет опасной зоны. Для этого у машины должно быть фрикционное сцепление или другое надежное средство остановки.

Электромеханическое устройство имеет пробный или контактный стержень, опускающийся на заранее установленное расстояние, с которого оператор начинает рабочий цикл машины. Если для его полного опускания на установленное расстояние есть какое-либо препятствие, цепь управления не начинает рабочий цикл.

Устройства аварийного отключения. К ним относятся органы ручного аварийного выключения, штанги, чувствительные к изменению давления; устройства аварийного отключения с отключающим стержнем; провода или кабели аварийного отключения.

Органы ручного аварийного выключения в виде штанг, реек и проводов обеспечивают быстрое отключение машины в аварийной ситуации.

Штанги, чувствительные к изменению давления, – при нажатии на них (если рабочий падает, теряет равновесие или его затягивает в опасную зону) машина выключается. Позиция штанги очень важна, поскольку она должна остановить машину до того, как какая-либо часть тела человека попадет в опасную зону.

Устройства аварийного отключения с отключающим стержнем работают от нажатия рукой. Поскольку они должны включаться рабочим во время аварийной ситуации, их правильное положение очень важно.

Двуручное управление требует постоянного синхронного давления на кнопки в процессе работы машины. При этом типе управления руки рабочего находятся в безопасном месте на кнопках управления и на безопасном расстоянии от опасной зоны во время работы машины.

Двуручное включение требует синхронного нажатия обеих кнопок для запуска рабочего цикла машины, после чего руки свободны. Кнопки пуска должны располагаться достаточно далеко от опасной зоны, чтобы рабочий не успел переместить руки от кнопок в опасную зону до того, как будет завершена опасная часть технологической операции (рис. 12).

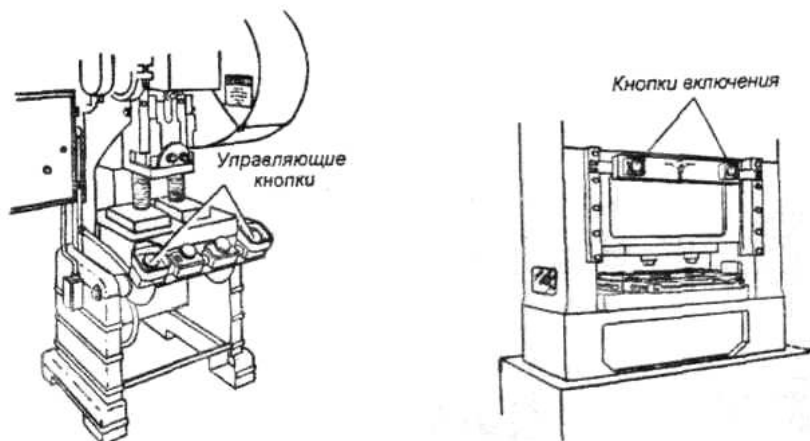


Рис. 12. Примеры использования двуручного управления и включения

Ворота являются передвижными барьерами, защищающими рабочего от опасной технологической зоны машины. Ворота автоматически закрываются в каждом машинном цикле раньше начала опасной технологической операции. Другим применением ворот может быть их использование в качестве составной части защитной системы по периметру машины, когда ворота защищают рабочего и тех, кто может находиться поблизости.

Роботы. Роботы являются сложными устройствами, которые подают и снимают материал, собирают части, перемещают предметы или совершают другую работу, которую без них выполнял бы рабочий. Тем самым они уменьшают подверженность рабочего опасности.

Лучше использовать роботы в высокопроизводительных процессах, требующих повторения монотонных операций, где они могут защитить работников от рисков данного производства. Роботы сами могут создавать опасность, и с ними нужно использовать подходящие защитные устройства. На рис. 13 показан пример организации зоны работы робота и снабжения ее защитными средствами.

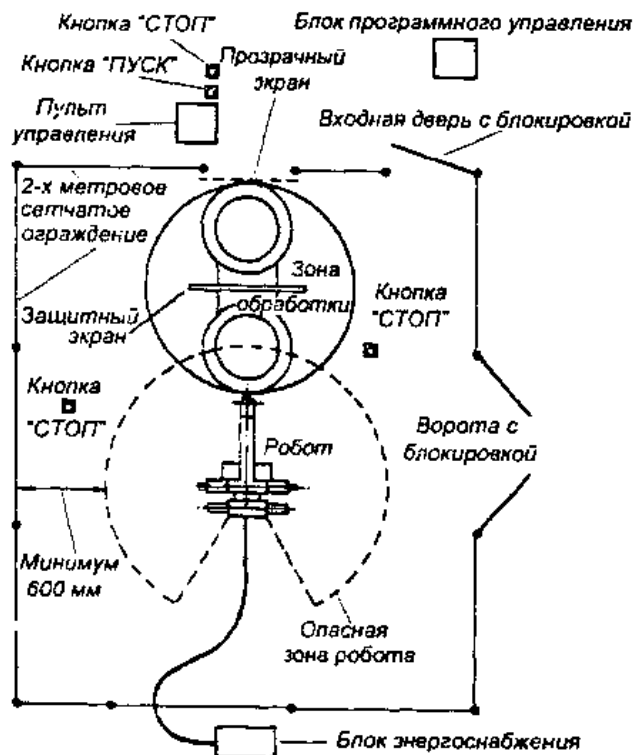


Рис. 13. Пример организации зоны работы роботов

Ограничительные предохранительные устройства — это элементы механизмов и машин, рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках. К таким элементам относятся: срезные штифты и шпонки, соединяющие вал с приводом, фрикционные муфты, не передающие движения при больших крутящих моментах, и т. п. Элементы ограничительных предохранительных устройств делятся на две группы: элементы с автоматическим восстановлением кинематической цепи, после того как контролируемый параметр пришел в норму (например, фрикционные муфты), и элементы с восстановлением кинематической связи путем его замены (например, штифты и шпонки).

Применение **устройств автоматического контроля и сигнализации** — важнейшее условие безопасной и надежной работы оборудования. Устройства контроля — это приборы для измерения давлений, температуры, статических и динамических нагрузок и других параметров, характеризующих работу оборудования и машин. Эффективность их использования значительно повышается при объединении с системами сигнализации (звуковыми, световыми, цветовыми, знаковыми или комбинированными). Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют: по назначению —

на информационные, предупреждающие, аварийные; по способу срабатывания – на автоматические и полуавтоматические.

Для сигнализации должны применяться следующие цвета:

- красный – запрещающий; сигнализирует о необходимости немедленного вмешательства, указывает устройство, работа которого представляет опасность;
- желтый – предупреждающий; указывает на приближение одного из параметров к предельным, представляющим опасность, значениям;
- зеленый – извещающий о нормальном режиме работы;
- синий – сигнализирующий; используется для технической информации о работе оборудования и т. п.

На автоматизированных линиях красные сигнальные лампы устанавливают на машинах и оборудовании, которые не контролируются обслуживающим персоналом; зеленые – на временно не работающем оборудовании.

Видом информативной сигнализации являются различного рода схемы, указатели, надписи. Последние поясняют назначение отдельных элементов машин либо указывают допустимые величины нагрузок. Как правило, надписи делают непосредственно на оборудовании или табло, расположенном в зоне обслуживания.

Устройства дистанционного управления наиболее надежно решают проблему обеспечения безопасности, так как позволяют осуществлять управление работой оборудования с участков за пределами опасной зоны. Устройства дистанционного управления подразделяют: по конструктивному исполнению – на стационарные и передвижные; по принципу действия – на механические, электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Знаки безопасности могут быть предупреждающими, предписывающими и указательными и отличаются друг от друга цветом и формой. Вид знаков строго регламентирован государственным стандартом.

Обеспечение безопасности при выполнении работ с ручным инструментом. В обеспечении безопасности труда большое значение имеет *организация рабочего места*. При организации рабочего места необходимо обеспечить:

- удобную конструкцию и правильную расстановку верстаков – необходим свободный доступ к рабочим местам, а зона вокруг рабочего места должна быть свободной на расстоянии не менее 1 м;
- рациональную систему расположения на рабочем месте инструмента, приспособлений и вспомогательных материалов.

Ручной инструмент может быть снабжен дополнительными приспособлениями для повышения безопасности его использования.

Средствами индивидуальной защиты от механического травмирования являются защитные очки и щитки, специальная рабочая одежда.

Безопасность при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования и машин (ПТМ) обеспечивается следующими методами:

- определением размера опасной зоны ПТМ;
- применением средств защиты от механического травмирования механизмами ПТМ;
- расчетом на прочность канатов и грузозахватных устройств (ГЗУ);
- определением устойчивости кранов;
- применением специальных устройств обеспечения безопасности;
- регистрацией, техническим освидетельствованием и испытанием ПТМ и ГЗУ.

Для защиты от травмирования человека механизмами приводов ПТМ (зубчатые, цепные, червячные передачи, валы механизмов ПТМ, соединительные муфты, барабаны, ходовые колеса и т. п.) применяются средства, аналогичные средствам защиты, используемым для технологического оборудования, прежде всего ограждения.

Регистрация, техническое освидетельствование и испытание ПТМ и ГЗУ являются важнейшим методом обеспечения подъемно-транспортного оборудования и подъемно-транспортных машин. Надзор за безопасностью ПТМ осуществляет Ростехнадзор.

Каждая изготовленная заводом-изготовителем грузоподъемная машина должна быть принята отделом технического контроля и снабжена паспортом, инструкцией по монтажу и эксплуатации и другой технической документацией, предусмотренной ГОСТ или ТУ. До пуска в работу грузоподъемная машина подлежит *регистрации в органах Ростехнадзора*, которые выдают разрешение на ввод ее в эксплуатацию. Грузоподъемная машина подлежит перерегистрации после проведения реконструкции машины, ремонта, передачи машины другому владельцу, перестановки на новое место.

Все вновь устанавливаемые грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные устройства до пуска в работу подлежат *техническому освидетельствованию*. Первичное освидетельствование проводится отделом технического контроля предприятия-изготовителя перед отправкой кранов потребителю. Находящиеся в эксплуатации грузоподъемные машины должны подвергаться периодическому частичному освидетельствованию через каждые 12 месяцев, а полному – через 3 года.

При полном техническом освидетельствовании грузоподъемная машина подвергается осмотру, *статическим и динамическим испытаниям*: при частичном техническом освидетельствовании – только осмотру.

3.2. Опасные термические факторы

Для защиты от непосредственного контакта с нагретыми поверхностями и теплового излучения применяются средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Классификация СКЗ дана на рис. 14.

Основными методами защиты являются: обеспечение недоступности нагретых поверхностей, теплоизоляция рабочих поверхностей источников излучения теплоты, экранирование источников или рабочих мест.

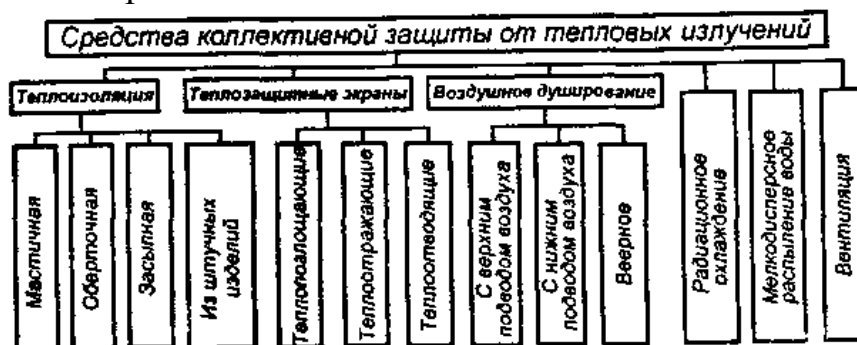


Рис. 14. Классификация средств коллективной защиты от тепловых излучений

Средства защиты от термического воздействия должны обеспечивать тепловую облучённость на рабочих местах не более $0,35 \text{ кВт/м}^2$, температуру поверхности оборудования не более 35°C при температуре внутри источника теплоты до 100°C и 45°C при температуре внутри источника теплоты более 100°C .

Теплоизоляция горячих поверхностей (оборудования, сосудов, трубопроводов и т. д.) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает общее выделение теплоты, в том числе ее лучистую часть, излучаемую в инфракрасном диапазоне ЭМИ. Для теплоизоляции применяют материалы с низкой теплопроводностью.

Конструктивно теплоизоляция может быть мазичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и комбинированной.

Мазичную изоляцию осуществляют путем нанесения на поверхность изолируемого объекта изоляционной мастики.

Оберточная изоляция изготавливается из волокнистых материалов – асбестовой ткани, минеральной ваты, войлока и др. и наиболее пригодна для трубопроводов и сосудов.

Засыпная изоляция в основном используется при прокладке трубопроводов в каналах и коробах. Для засыпки применяют, например, керамзит.

Штучная изоляция выполняется формованными изделиями – кирпичом, матами, плитами и используется для упрощения изоляционных работ.

Комбинированная изоляция выполняется многослойной. Первый слой обычно выполняют из штучных изделий, последующие – мастичные и оберточные материалы.

Теплозащитные экраны применяют для экранирования источников лучистой теплоты, защиты рабочего места и снижения температуры поверхностей предметов и оборудования, окружающих рабочее место. Теплозащитные экраны поглощают и отражают лучистую энергию. Различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По конструктивному выполнению экраны подразделяются на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

Непрозрачные экраны. Экраны выполняются в виде каркаса с закрепленным на нем теплопоглощающим материалом или нанесенным на него теплоотражающим покрытием.

В качестве отражающих материалов используют алюминиевую фольгу, алюминий листовой, белую жемчужную; в качестве покрытий – алюминиевую краску.

Для непрозрачных поглощающих экранов используется теплоизоляционный кирпич, асбестовые щиты.

Непрозрачные теплоотводящие экраны изготавливаются в виде полых стальных плит с циркулирующей по ним водой или водовоздушной смесью, что обеспечивает температуру на наружной поверхности экрана не более 30...35 °С.

Полупрозрачные экраны применяют в тех случаях, когда экран не должен препятствовать наблюдению за технологическим процессом и вводу через него инструмента и материала. В качестве полупрозрачных теплопоглощающих экранов используют металлические сетки с размером ячейки 3...3,5 мм, завесы в виде подвешенных цепей. Для экранирования кабин и пультов управления, в которые должен проникать свет, используют стекло, армированное стальной сеткой. Полупрозрачные теплоотводящие экраны выполняют в виде металлических сеток, орошаемых водой, или в виде паровой завесы.

Прозрачные экраны изготавливают из бесцветных или окрашенных стекол – силикатных, кварцевых, органических. Обычно такими стеклами экранируют окна кабин и пультов управления. Теплоотводящие прозрачные экраны выполняют в виде двойного остекления с вентилируемой воздухом воздушной прослойкой, водяных и вододисперсных завес.

Непосредственный контакт работника с нагретыми поверхностями предотвращается средствами механизации обращения с тепловыми процессами (дистанционное управление) и автоматизации, позволяющей вообще убрать человека из опасной зоны.

Средства индивидуальной защиты. Применяется теплозащитная одежда из хлопчатобумажных, льняных тканей, грубодисперсного сукна. Для защиты от инфракрасного излучения высоких уровней используют отражающие ткани, на поверхности которых нанесен тонкий слой металла. Для работы в экстремальных условиях (тушение пожаров и др.) используются костюмы с повышенными теплозащитными свойствами.

3.3. Электробезопасность

Действие электрического тока на человека

Промышленность является важнейшим пользователем электрической энергии самых разнообразных параметров и видов (по частоте, напряжению, силе тока и т. д.). Негативной стороной этого факта стала возможность травмирующего действия электрического тока на организм человека со всеми вытекающими последствиями. Действие электрического тока на человека носит многообразный характер.

Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови. Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма и сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, лёгких). Эти действия приводят к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Электрические травмы представляют собой чётко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока (или дуги). Электротравмы в большинстве случаев излечимы, хотя степень тяжести может быть значительной, вплоть до гибели человека. Различают следующие электрические травмы:

электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электрофтальмия и механические повреждения.

Электрический ожог возникает при значительных напряжениях и несовершенном контакте человека с токоведущими частями. При совершенном контакте возникают электрические знаки – чётко очерченные пятна серого или бледно-жёлтого цвета на поверхности кожи человека, напоминающие мозоли. Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, графита. Болезненность вызывается нагретостью этих частичек. Электрофтальмия – поражение глаз, вызванное интенсивным излучением электрической дуги (вредны ультрафиолетовые и инфракрасные лучи). Механические повреждения возникают в результате резких произвольных судорожных сокращений мышц, вплоть до разрывов кожи, кровеносных сосудов, вывихов суставов и перелома костей. Возможны вторичные последствия, вызванные падением с высоты, произвольными ударами.

Электрический удар – это возбуждение внутренних живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц. Если последние принадлежат органам дыхания или особенно сердцу, тяжёлые последствия (клиническая, биологическая смерть) возможны из-за прекращения работы дыхания, сердцебиения и наступления электрического шока.

Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током. Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- электрического сопротивления тела человека;
- величины напряжения и тока;
- продолжительности воздействия электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- рода и частоты электрического тока;
- условий внешней среды.

Электрическое сопротивление току оказывает в основном кожа, а в её составе – наружный роговой слой. В сухом состоянии – это диэлектрик с объемным удельным сопротивлением до 10^5 Ом·м. Сопротивление внутренних (влажных) тканей в тысячи раз меньше, порядка 300...500 Ом. В качестве расчётной величины при переменном токе промышленной частоты применяют активное сопротивление тела человека, равное 1 000 Ом. Повреждение рогового слоя (порезы, царапины, ссадины) снижают сопротивление тела до 500...700 Ом, что пропорционально увеличивает опасность поражения человека током. Такое же негативное значение имеет увлажнение кожи и окружающих

предметов (ещё хуже электролитами) при повышенной температуре, вызывающей усиленное потовыделение. По вышеуказанным причинам фактором, усугубляющим действие электрического тока, является загрязнённость кожи. Важна площадь контакта и конкретное место токоприложения. Наименьшим сопротивлением обладает кожа лица, шеи, подмышек и, наоборот, кожа ладоней, подошв имеет повышенное сопротивление. С увеличением времени действия напряжения, силы тока и частоты сопротивление кожи резко падает, что усугубляет последствия прохождения тока через организм человека.

Величина тока и напряжения. Основным фактором, обуславливающим исход поражения электрическим током, является сила тока, проходящего через тело человека. Напряжение, приложенное к телу человека, также влияет на исход поражения, но лишь постольку, поскольку оно определяет значение тока, проходящего через человека. Различают:

- осязаемый ток – вызывает осязаемые раздражения ($\infty 1 \text{ mA} \dots 5 \text{ mA}$);
- неотпускающий ток – вызывает непреодолимое судорожное сокращение мышц руки, в которой зажат проводник ($\infty 15 \text{ mA} \dots 50 \text{ mA}$);
- фибрилляционный ток – вызывает фибрилляцию (трепыхание) сердечной мышцы ($\infty 100 \text{ mA} \dots 300 \text{ mA}$);
- ток больше 5 А фибрилляцию сердца не вызывает, наступает мгновенная остановка сердца.

Продолжительность воздействия электрического тока. Существенное влияние на исход поражения оказывает длительность прохождения тока через тело человека. Продолжительное действие тока приводит к тяжёлым, а иногда смертельным поражениям. Влияние длительности прохождения тока через тело человека на исход поражения можно оценить формулой

$$J_h = 50/t,$$

где I_h – ток, проходящий через тело человека, mA;

t – продолжительность прохождения тока, с.

Указанное следует из факта, что с увеличением времени прохождения тока сопротивление тела человека падает, так как при этом усиливается местный нагрев кожи, что приводит к расширению её сосудов, к усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потовыделения.

Путь тока через тело человека. Путь прохождения тока через тело человека играет существенную роль в исходе поражения, так как ток может пройти через жизненно важные органы: сердце, лёгкие, головной мозг. Влияние пути тока на исход поражения определяется

также сопротивлением кожи на различных участках тела. Возможные петли тока: рука – рука, рука – ноги и нога – нога. Наиболее опасны петли голова – руки и голова – ноги, так как при этом поражаются органы дыхания и сердце.

Род и частота электрического тока. Переменный ток в 4...5 раз опаснее постоянного. Это вытекает из сопоставления пороговых ощутимых, а также неотпускающих токов для переменного и постоянного токов. Случаев поражения в электроустановках постоянным током в несколько раз меньше, чем в аналогичных установках переменного тока. Это положение справедливо лишь для напряжений до 250...300 В. При более высоких напряжениях постоянный ток более опасен, чем переменный (интенсивный электролиз). Для переменного тока играет роль также и его частота. С увеличением частоты переменного тока полное сопротивление тела уменьшается, что приводит к увеличению тока, проходящего через человека, а следовательно, повышается опасность поражения. Наибольшую опасность представляет ток с частотой от 50 до 1 000 Гц; при дальнейшем повышении частоты опасность поражения уменьшается и полностью исчезает при частоте 45...50 кГц. Эти токи сохраняют опасность ожогов. Снижение опасности поражения током с ростом частоты становится практически заметным при 1...2 кГц.

Индивидуальные свойства человека. Установлено, что физически здоровые и крепкие люди легче переносят электрические удары. Повышенной восприимчивостью к электрическому току отличаются лица, страдающие болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, лёгких, нервными болезнями. Правилами ТБ при эксплуатации электроустановок предусмотрен отбор персонала для обслуживания действующих электроустановок по состоянию здоровья. С этой целью проводится медицинское освидетельствование лиц при поступлении на работу и периодически (1 раз в два года) – в соответствии со списком болезней и расстройств, препятствующих допуску к обслуживанию действующих электроустановок.

Условия внешней среды. Состояние окружающей воздушной и макроматериальной сред существенным образом влияет на опасность поражения током. Сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы, разрушающе действующие на изоляцию электроустановок, а также высокая температура окружающего воздуха понижают электрическое сопротивление тела человека, что ещё больше увеличивает опасность поражения его током. Воздействие тока на человека усугубляют также токопроводящие полы и близко расположенные к

электрооборудованию металлические конструкции, имеющие связь с землёй, так как в случае одновременного касания к этим предметам и корпусу электрооборудования, случайно оказавшемуся под напряжением, через человека пройдёт ток опасной величины. В зависимости от наличия перечисленных условий, повышающих опасность воздействия тока на человека, «Правила устройства электроустановок» делят все помещения по опасности поражения людей электрическим током на следующие классы: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные, а также территории размещения наружных электроустановок.

Помещения без повышенной опасности характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием в них одного из следующих условий: сырость, превышающая 75 %, или токопроводящая пыль; токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные); высокая температура (выше + 35 °С); возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, технологических аппаратов и механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Особо опасные помещения характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особая сырость – 100 %, потолок, стены, пол и предметы в помещении покрыты влагой; химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования; одновременная реализация двух и более условий повышенной опасности.

Территории размещения наружных электроустановок. По опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

Большинство производственных помещений являются особо опасными. Электрооборудование следует выбирать с учётом состояния окружающей среды и класса помещения по опасности поражения током, чтобы обеспечить необходимую степень безопасности при его обслуживании. Электрическое оборудование, устанавливаемое в сырых, особо сырых и пыльных помещениях, а также в помещениях с химически активной средой, должно быть закрытого типа и иметь соответствующее исполнение: капле- или брызгозащищённое, пыленепроницаемое, продуваемое. Электрооборудование и электрические сети, размещаемые в помещениях с химически активной средой, должны выбираться с учётом соответствующего исполнения или покрытия, обеспечивающего защиту их от воздействия этой среды. При выборе мест прокладки электрических сетей и способов защиты их

от коррозии следует учитывать свойства окружающей среды. В условиях воздействия химически активных сред следует применять электрооборудование химически стойкого исполнения (лакокрасочные или гальванические покрытия). Во взрывоопасных зонах всех классов с химически активными средами должны применяться провода и кабели с поливинилхлоридной изоляцией, а также провода с резиновой изоляцией и кабели с резиновой и бумажной изоляцией в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке. Применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией при любых оболочках и покрытиях запрещается. Конструкция вводных устройств электрооборудования должна обеспечивать защиту токоведущих частей, изоляции и мест соединений от воздействия химически активных сред, для которых оно предназначено.

Критерии безопасности электрического тока. При проектировании, расчёте и эксплуатационном контроле защитных систем руководствуются безопасными значениями тока при данном пути его протекания и длительности воздействия в соответствии с ГОСТ 12.1.038–82. При длительном воздействии допустимый безопасный ток принят в 1 мА. При продолжительности воздействия до 30 с – 6 мА. Для ещё меньших времён:

длительность воздействия, с	1,0	0,7	0,5	0,2
ток, мА	50	70	100	250

Эти токи считаются допустимыми для наиболее вероятных путей их протекания в теле человека: рука – рука, рука – ноги, нога – нога.

Анализ опасности поражения электрическим током в различных сетях. Поражение человека электротоком возможно лишь при его непосредственном контакте с точками электроустановки, между которыми существует напряжение, или с точкой, потенциал которой отличается от потенциала земли. Анализ опасности такого прикосновения, оцениваемой величиной проходящего через человека тока или напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в электросеть, её напряжения, режима нейтрали, изоляции токоведущих частей, их ёмкостной составляющей.

При изучении причин поражения током необходимо различать прямой контакт с токоведущими частями электроустановок и косвенный. Первый, как правило, возникает при грубейших нарушениях правил эксплуатации электроустановок (ПТЭ и ПТБ), второй – в результате аварийных ситуаций, например, при пробое изоляции. Схемы включения человека в электрическую цепь могут быть различными. Однако наиболее распространёнными являются две: между двумя различными проводами – двухфазное включение и между

одним проводом или корпусом электроустановки, одна фаза которой пробита, и землёй – однофазное включение. Статистика показывает, что наибольшее число электротравм происходит при однофазном включении, причём большинство из них – в сетях напряжением 380/220 В. Двухфазное включение является более опасным, поскольку в данном случае человек находится под линейным напряжением и величина тока почти в два (1,73) раза превысит ток однофазного подключения. При двухфазном включении ток, проходящий через тело человека, не уменьшается при изолировании человека от земли с использованием диэлектрических галош, бот, ковриков, полов. При однофазном же включении человека в сеть сила тока во многом определяется режимом нейтрали. В сетях с изолированной нейтралью опасность поражения человека током тем меньше, чем меньше ёмкостная и выше активная составляющая фазных проводов относительно земли. Если ёмкостная составляющая велика, то высокое сопротивление изоляции фаз не обеспечивает необходимой защиты. В трёхфазных четырёхпроводных сетях с глухо заземлённой нейтралью, проводимость изоляции и ёмкостная проводимость фазных проводов которых относительно земли малы и ими можно пренебречь, сила тока через человека не может превысить нормируемого значения.

Таким образом, прикосновение человека к фазе трёхфазной сети с глухо заземлённой нейтралью или к корпусу электрооборудования, у которого пробита фаза, в период нормальной работы более опасно, чем прикосновение в сети с изолированной нейтралью, но менее опасно, чем контакт с фазой или корпусом электрооборудования в сети с изолированной нейтралью в аварийной ситуации. Замыкание на землю всегда сопровождается растеканием тока в грунте, что приводит к возникновению нового вида поражения человека, а именно попадание под напряжение прикосновения и напряжение шага. Такое замыкание может быть случайным или преднамеренным. В последнем случае проводник, находящийся в контакте с землёй, называется *заземлителем*, или *электродом*. В объёме земли, где проходит ток, возникает так называемое «поле растекания тока». Теоретически оно простирается до бесконечности, однако в реальных условиях уже на расстоянии 20 м от заземлителя плотность тока растекания и потенциал практически равны нулю. Опасность нахождения человека в зоне растекания тока определяется напряжением шага, т. е. напряжением между двумя точками земли в зоне растекания тока. Выбор схемы сети, а следовательно и режима работы нейтрали для реального производства осуществляют, исходя из рабочего напряжения, протяжённости сети, числа подключённых потребителей и других технологических

требований с обязательным учётом условий безопасности. Для установок, работающих при напряжении до 1 000 В и получивших наибольшее распространение в производстве и быту, по технологическим соображениям предпочтение отдаётся четырёхпроводной трёхфазной сети с глухо заземлённой нейтралью, поскольку она позволяет использовать два рабочих напряжения: $U_{\text{л}} - U_{\text{ф}}$. Если не исключена возможность контакта с токоведущими частями электрооборудования, то при нормальной работе более безопасна сеть с изолированной нейтралью, а при аварийной ситуации – сеть с глухо заземлённой нейтралью. Поэтому сети с изолированной нейтралью следует использовать только в тех случаях, когда они мало разветвлены, и лишь для сухих беспыльных помещений без агрессивной среды, в которых сохраняются высокий уровень изоляции и малая ёмкость относительно земли. Такие сети должны находиться под постоянным контролем квалифицированного персонала. Электроустановки с рабочим напряжением выше 1000 В представляют значительную опасность при прикосновении к фазе, независимо от режима нейтрали. Поэтому для предотвращения поражения током необходимо исключить возможность не только касания, но и приближения на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением, поскольку может возникнуть искровой разряд, переходящий затем в электрическую дугу. В электроустановках напряжением до 35 кВ нейтраль или совсем не заземляют, или заземляют через реактивную катушку, что обусловлено надёжностью и экономичностью эксплуатации; при напряжении выше 35 кВ применяют только глухо заземлённую нейтраль, что также обусловлено технологическими соображениями.

Защитные меры в электроустановках. В соответствии с ГОСТ12.2.007.0–75 «Изделия электротехнические» все действующее на предприятии или вновь устанавливаемое электрооборудование по способу защиты человека от поражения током подразделяются на пять классов защиты: 0, 0I, I, II, III. К классу 0 относится электрооборудование, которое имеет рабочую изоляцию, но не имеет элементов для заземления, если это оборудование не отнесено к классам II и III. К классу 0I относится электрооборудование, имеющее рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания. К классу I относится электрооборудование, которое, в отличие от электрооборудования класса 0I, в проводе для присоединения к источнику питания имеет заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом. К классу II относится электротехническое оборудование, имеющее двойную или

усиленную изоляцию, но не имеющее элементов для заземления. К классу III относится электрооборудование, которое не имеет ни внешних, ни внутренних электрических цепей напряжением выше 50 В.

В соответствии с этой классификацией в качестве мероприятий по обеспечению безопасности работы с электрооборудованием могут быть приведены следующие:

- изоляция токоведущих частей;
- малое напряжение в электрических цепях;
- защитное заземление, зануление, защитное отключение;
- применение разделяющих трансформаторов;
- использование оболочек и блокировок для предотвращения возможности случайного прикосновения к токоведущим частям и ошибочных действий или операций;
- защитные средства и предохранительные приспособления.

Изоляция токоведущих частей с использованием диэлектрических материалов является основным методом защиты от поражения электрическим током. Поэтому качество изоляции имеет важное значение, особенно для сетей с изолированной нейтралью напряжением до 1 000 В, поскольку при $U > 1\,000$ В любое снижение $R_{из}$ всегда приводит к глухому замыканию на землю и автоматическому отключению сети. Только для изделий, работающих при $U < 12$ В переменного и $U < 50$ В постоянного тока, величины электрической прочности изоляции и её сопротивление не регламентируются. Покрытие токоведущих частей лаком, эмалью или аналогичными материалами не является достаточным для защиты при непосредственном прикосновении человека к токоведущим частям. В соответствии с ПУЭ для электроизоляции токоведущих частей, работающих при напряжении до 1000 В, $R_{из}$ не должно быть менее 0,5 МОм. Для вторичных цепей $R_{из} > 1$ МОм, для сетей с $U > 1\,000$ В сопротивление изоляции не должно быть менее 10 МОм. Сопротивление изоляции периодически контролируется: в помещениях без повышенной опасности – раз в год, а в помещениях с повышенной опасностью – два раза в год. Для этого используются приборы – мегаомметры. В особо опасных помещениях и для контроля изоляции сетей с изолированной нейтралью регламентируется постоянный контроль аппаратурой, работающей на оперативном токе. В зависимости от функционального назначения проводников применяется различная окраска изоляции. Качественно другим шагом повышения надёжности изоляции является двойная изоляция, состоящая из рабочей изоляции на токоведущих частях и слоя изоляции из полимерных материалов на тех металлических частях электрооборудования, которые

могут оказаться под напряжением в случае пробоя. В последнее время достижения в производстве полимерных материалов позволили изготавливать корпуса электрооборудования из пластмассовых веществ.

Применение малых напряжений позволяет резко уменьшить опасность во всех случаях. В соответствии с ПУЭ безопасным является переменное напряжение менее 50 В и постоянное менее 110 В. Малые напряжения применяют как в помещениях с повышенной опасностью, так и в особо опасных для питания ручного электроинструмента, светильников стационарного местного освещения, переносных ламп, т. е. в тех случаях, когда возможен длительный контакт с корпусом электрооборудования. Источниками малого напряжения являются трансформаторы, батареи гальванических элементов, аккумуляторы, выпрямительные установки. Применение автотрансформаторов для этих целей запрещено, поскольку первичная и вторичная обмотки электрически связаны между собой. Для предотвращения перехода высокого напряжения с первичной обмотки на вторичную и повышения безопасности работ с понижающим трансформатором необходимо заземлить или занулить корпус и вторичную обмотку. Между обмотками трансформатора должна быть двойная изоляция. Для повышения безопасности работ с малым напряжением конструкции вилок и штепсельных розеток должны отличаться от подобных для электроустановок, работающих при $U > 50$ В. Широкое применение малых напряжений как эффективной меры защиты затруднено из-за необходимости создания протяжённых сетей и мощных электроприёмников малого напряжения, поскольку для достижения соответствующей мощности необходимо резко увеличить силу тока, что экономически не выгодно.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции электроустановки. Назначение защитного заземления – превращение «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание потенциала). При наличии защитного заземления сопротивление замкнутой на корпус фазы определяется в основном сопротивлением заземляющего устройства R_3 . Заземляющее устройство состоит из металлического заземлителя, непосредственно соприкасающегося с землёй, и заземляющих проводников. Сопротивление заземлителя складывается из сопротивления растеканию тока заземлителя и сопротивления

заземляющих проводников. При $U > 1\,000\text{ В}$ заземление используется в любых сетях, независимо от режима нейтрали. По расположению относительно корпусов электрооборудования различают два вида заземления: выносное (или сосредоточенное) и контурное (или распределённое). При выносном заземлении заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой находится электрооборудование. Это даёт возможность выбрать место с наименьшим сопротивлением грунта для размещения заземлителя. Более распространено контурное заземление, характеризуемое тем, что его одиночные заземлители размещены по контуру (периметру) площадки, на которой расположено электрооборудование. Внутри производственных помещений выравнивание потенциала происходит естественным образом через металлические конструкции здания, трубопроводы и другие проводящие устройства, имеющие электрическую связь с разветвлённой сетью заземления. Основным элементом заземляющего устройства является заземлитель, который может быть естественным или искусственным. Естественные заземлители – это электропроводящие части жидкостей и газов, трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии, свинцовых оболочек кабелей. Искусственные заземлители – это вбитые или закопанные в землю электроды, например: стальные трубы, угловая сталь, полосовая сталь, стальные прутки. В качестве заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановок с заземлителем, применяют медные, алюминиевые проводники или полосовую сталь. Заземляющие проводники прокладывают открыто, с хорошим доступом для осмотра. Не допускается последовательное включение заземлённого оборудования. Согласно требованиям ГОСТ 12.1.030–81 сопротивление заземляющего устройства нормируют, оно не должно превышать:

10 Ом – в стационарных сетях напряжением до 1 000 В;

4 Ом – в стационарных сетях в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных напряжением до 1 000 В;

0,5 Ом – в установках напряжением выше 1 000 В.

Зануление – преднамеренное присоединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, но которые вследствие повреждения изоляции могут оказаться под напряжением, к многократно заземлённому нулевому проводу. Данный метод защиты используют только в четырёхпроводных сетях напряжением до 1 000 В с глухозаземлённой нейтралью. Это связано с тем, что сила тока замыкания на землю в таких сетях велика, и при обычном сопротивлении заземления через человека может проходить ток большой силы. Цель заземления нейтрали – снизить до безопасного значения напряжения относительно земли нулевого провода и всех,

присоединённых к нему корпусов электроустановок при случайном замыкании фазы на землю. Принцип зануления заключается в превращении случайного пробоя фазы на корпус в короткое однофазное замыкание, т. е. замыкание между фазным и нулевым проводом. Большой силы ток неизбежно вызовет срабатывание защиты, и установка автоматически отключится от сети. В качестве защиты используют плавкие предохранители или автоматические выключатели с тепловыми реле. Для уменьшения опасности поражения людей током, в случае обрыва нулевого провода и замыкания фазы на корпус, за местом обрыва необходимо, в соответствии с ПУЭ, повторно заземлять нулевой провод, иначе присоединённые после места обрыва к нулевому проводу корпуса электроустановок окажутся под фазным напряжением. Согласно ПУЭ сопротивление повторного заземления нулевого провода не должно превышать 10 Ом. При обрыве нулевого провода система зануления превращается в систему заземления. Занулению подлежат те же металлические нетоковедущие части электрооборудования, что и при заземлении (корпуса электроустановок, трансформаторов, аппаратов, светильников, приводы электрических машин, каркасы распределительных щитов, оболочки кабелей). Для замера сопротивления зануления можно использовать любой прибор для измерения малых сопротивлений.

Защитное отключение – быстродействующая защита (не более 0,2 с), обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки или участка электрической сети при возникновении опасности поражения человека током, в частности, при пробое фазы на корпус, снижении сопротивления изоляции фаз относительно земли, появлении в сети более высокого напряжения. Принцип работы защитно-отключающих устройств состоит в том, что устройство постоянно контролирует величину входного сигнала (напряжение корпуса относительно земли, силу тока замыкания на землю, напряжение фаз относительно земли, напряжение нулевой последовательности) и сравнивает его с установленным значением. Если входной сигнал отличается от установки в худшую сторону, то устройство срабатывает. Все устройства включают в себя следующие элементы:

- датчик – чувствительный элемент, воспринимающий входной сигнал;
- преобразователь – для преобразования и усиления входного сигнала, поступающего с датчика;
- автоматический выключатель – исполнительный орган, отключающий электроустановку или участок сети при поступлении аварийного сигнала.

Защитное разделение сетей – подключение отдельных потребителей через разделяющие трансформаторы с коэффициентом трансформации 1:1. Применяется в сильно разветвлённых сетях, имеющих значительную ёмкость, а исправную изоляцию – небольшого сопротивления. Особенно это важно при работе на открытых площадках, в металлических резервуарах и аппаратах. Согласно ПУЭ разделяющие трансформаторы применяют в установках напряжением до 1 000 В, причём вторичное напряжение трансформаторов не должно превышать 380 В. Запрещается в этом случае заземлять вторичную обмотку, как это делается в понижающих трансформаторах, поскольку потребитель подсоединяется к сети с изолированной нейтралью.

Предохранительные устройства защищают человека от поражения электрическим током недоступностью при случайных прикосновениях к токоведущим частям (метод недоступности). Это достигается применением различных оболочек, ограждений и блокировок. Особенно это важно в электроустановках напряжением выше 1 000 В, так как в этом случае опасно даже приближение к токоведущим частям, независимо от того, изолированы они или нет. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек (оболочки) применяют в электроустановках напряжением до 1 000 В, сетчатые (25×25 мм) – при напряжении выше 1 000 В. Сетчатые ограждения должны иметь двери, запираемые на замок и снабжённые электрическими или механическими блокировками. Блокировки также используют в рубильниках, пускателях, автоматических выключателях, работающих в условиях с повышенными требованиями к безопасности.

Защита высотой – расположение токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте также позволяет обеспечить определённую безопасность без применения ограждений. При этом обязательно следует учитывать возможность случайного прикосновения к токоведущим частям длинными предметами, которые человек может держать в руках. Обеспечению электробезопасности человека способствует также окраска отдельных частей электроустановок в соответствии с ГОСТ 12.4.026–76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности». Так, внутренние поверхности шкафов, ниш и пультов управления, в которых имеются электрические аппараты, работающие при напряжении выше 50 В, должны быть окрашены в красный цвет. Однако окраска не является методом защиты, она используется в дополнение к рассмотренным способам защиты.

Индивидуальные защитные средства играют важную роль в обеспечении безопасности электротехнического персонала. К ним относятся:

- штанги изолирующие (оперативные, измерительные), клещи изолирующие и электроизмерительные, указатели напряжения;
- изолирующие средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В;
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие подставки;
- слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками;
- переносные заземления (закоротки);
- временные ограждения, предупредительные плакаты;
- защитные очки, предохранительные пояса, канаты.

По назначению все средства защиты подразделяются на основные (первые четыре пункта) и дополнительные (все остальные). Основные средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими можно касаться открытых токоведущих частей, находящихся под напряжением. Например, в установках напряжением до 1 000 В к основным средствам защиты относятся диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжения; в электроустановках напряжением выше 1 000 В – изолирующие штанги, клещи, указатели высокого напряжения. Дополнительные средства, не обладая достаточной электрической прочностью, только усиливают защитное действие основных средств. Так, в электроустановках напряжением до 1 000 В к ним относятся диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки, а напряжением выше 1 000 В – диэлектрические перчатки, боты, подставки и коврики.

Статическое электричество. Широкое применение в промышленности диэлектрических материалов и органических соединений (полимеров, твёрдых и жидких углеводородов, нефтепродуктов, углеводородных топлив) неизбежно сопровождается процессами электризации, которые не только осложняют проведение технологических процессов, операций, снижая производительность оборудования, но и часто являются причиной пожаров и взрывов, приносящих большой материальный ущерб. Нередко такие взрывы приводят и к гибели людей. Наибольшую опасность представляют электрические разряды с поверхности заряженных нефтепродуктов и органических жидкостей, несмотря на то, что эти разряды часто имеют меньшую энергию по сравнению с разрядами с плёночных и сыпучих материалов. Связано это с наличием в приповерхностных слоях воздуха

значительного количества насыщенных паров в широком интервале температур воспламенения и обладающих крайне низкой минимальной энергией зажигания. Образование зарядов статического электричества при контакте жидкого тела с твёрдым и одного твёрдого тела с другим во многом зависит от расстояния между трущимися поверхностями и их физического состояния (наличие плёнок влаги, загрязнений, микронеровностей), скорости и коэффициента трения, давления в зоне контакта, микроклимата окружающей среды, наличия внешних электрических полей.

В основе современных представлений об образовании зарядов статического электричества в различных средах лежит теория двойных электрических слоёв, возникающих на границе раздела двух фаз при условии, что контактирующие среды имеют различное количество носителей зарядов (электронов или ионов). Возможность накопления на перерабатываемых материалах опасных электростатических зарядов определяется как интенсивностью возникновения (генерации), так и условиями стекания (рассеивания) зарядов в процессах разделения двойного слоя. Если контактирующие среды имеют свободные носители зарядов (т. е. электропроводны), то время релаксации будет мало и возникающий электростатический заряд мгновенно рассеивается, и электризации не происходит. В другом случае, когда одна из сред не электропроводна, на ней начинают накапливаться электростатические заряды, и при определённых условиях может возникнуть искровой разряд. Для большинства диэлектрических жидкостей, полимерных материалов $\tau_p \sim 10^4 \dots 10^8$ с. При этом в окружающем воздушном пространстве создаётся напряжённость электрического поля порядка 10^6 В/м, соответствующая электрической прочности воздуха.

Следовательно, основным критерием, определяющим способность веществ электризоваться, является их удельная электропроводность. В соответствии с «Правилами защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» все вещества и материалы в зависимости от величины ρ_v подразделяются на диэлектрические ($\rho_v > 10^8$ Ом·м), антистатические ($\rho_v = 10^5 \dots 10^8$ Ом·м) и электропроводящие ($\rho_v < 10^5$ Ом·м). Наиболее сильно электризуются диэлектрические вещества и материалы, причём с ростом ρ_v увеличивается и интенсивность электризации. К ним относятся нефтепродукты и неполярные растворители, большинство мономеров, практически все полярные материалы, химические волокна и ткани, сыпучие органические вещества. Антистатические вещества не

электризуются, если не происходит их интенсивного распыления или разбрызгивания через сопла или форсунки со скоростью в десятки и сотни метров в секунду. К таким материалам относятся некоторые полярные растворители (ацетон, спирты, сложные эфиры), некоторые amino- и фенолопласты, хлопчатобумажная ткань и ряд материалов, обладающих хорошими гидрофильными свойствами. Электропроводящие материалы в процессах производства и переработки не электризуются. К ним относятся все металлы и их сплавы, углеродистые материалы, водные растворы, электролиты.

Также как и в случае твёрдых диэлектриков, электризация потока жидкости не может возрастать беспредельно. Если плотность зарядов в потоке увеличивается настолько, что напряжённость поля в трубопроводе достигает электрической прочности перекачиваемой жидкости, то произойдёт искровой разряд. При этом предельная (критическая) объёмная плотность зарядов существенно зависит от диэлектрической проницаемости жидкости и диаметра используемого трубопровода. Склонность к электризации плоских полимерных материалов (лент, плёнок) оценивают величиной удельного поверхностного электрического сопротивления ρ_s в Ом/м². Полимерные материалы и плёнки не электризуются, если их ρ_s не превышает 10¹¹ Ом/м². В соответствии с «Правилами» значения ρ_v и ρ_s веществ и материалов должны указываться в технологическом регламенте, а также в исходных данных для проектирования любого технологического процесса.

Опасность статического электричества. Статическое электричество (СЭ) представляет пожарную опасность, поскольку возникающие искровые разряды по энергии могут превышать минимальную энергию зажигания горючих сред: газов, паров, ЛВЖ, пылей мелкодисперсных материалов. Все взрывы и пожары в основном происходят в результате искрового разряда: или с поверхности заряженного диэлектрического материала, или с заряженного металлического незаземлённого оборудования и с тела человека на заземлённый предмет.

Наряду с пожарной опасностью статическое электричество представляет опасность и для обслуживающего персонала. Лёгкие «уколы» при работе с сильно наэлектризованными материалами вредно влияют на психику рабочих и в определённых ситуациях могут способствовать травмам на технологическом оборудовании. Сильные искровые разряды, возникающие при затаривании гранулированных материалов, могут вызвать и болевые ощущения. Кроме того, при постоянном прохождении через тело человека малых токов

электризации возможны неблагоприятные физиологические изменения в организме, приводящие к профзаболеваниям. Вследствие этого в нашей стране в соответствии с ГОСТ 12.1.045–84 введены допустимые уровни напряжённости электростатических полей – $E_{\text{пред}}$. Так, для $E_{\text{пред}} = 60$ кВ/м максимальное время пребывания $t_{\text{чел.}}$ без средств защиты составляет 1 ч. Для $E = 20$ кВ/м время пребывания персонала в электростатических полях не регламентируется.

Статическое электричество сильно влияет также на ход технологических процессов получения и переработки материалов и качество продукции. Так, при переработке жирных кислот взаимное отталкивание заряженных частиц столь значительно, что некоторые из них оседают по пути и не попадают в бункер, затем много частиц налипает на стенки бункера, затрудняя его разгрузку. При производстве полимерных плёнок в присутствии зарядов повышается их трение о направляющие, что объясняется эффектом электростатического прилипания. Это приводит к неравномерной деформации материала и его плохой намотке на барабаны. При больших плотностях заряда может возникнуть электрический пробой тонких полимерных плёнок электро- и радиотехнического назначения, что приведёт к браку выпускаемой продукции. Особенно большой ущерб наносит вызванное электростатическим притяжением налипание пыли на полимерные плёнки. При прохождении плёнки через технологическое оборудование налипшие частицы вдавливаются в неё, в результате чего изменяется толщина плёнки, причём в производственных условиях обнаружить эти частицы не удаётся. Электризация затрудняет просеивание, сушку, пневмотранспортирование и автоматическое дозирование мелкодисперсных материалов, поскольку они прилипают к стенкам технологического оборудования и слипаются между собой.

Для оценки опасности статического электричества и эффективности использования различных средств и методов защиты возникает необходимость проводить измерения уровня (тока) электризации, оценка которого существенным образом связана с агрегатным состоянием перерабатываемых материалов. Так, для оценки электризации жидкостей, мелкодисперсных и гранулированных материалов, транспортируемых по трубопроводам, используется метод измерения силы тока утечки с изолированного от земли участка трубопровода. Однако значительно труднее произвести эти измерения на диэлектриках, поскольку в данном случае отсутствуют свободно перемещающиеся заряды и распределение их на поверхности материала весьма неоднородно. Контактный метод для этого не годится, поэтому плотность зарядов на поверхности жидкости или твёрдого материала

измеряют бесконтактным способом. Для этих целей используют однокаскадные электрометрические усилители постоянного тока с датчиками ёмкостного типа.

Методы и технические средства защиты от статического электричества. Методы и средства защиты от статического электричества делятся:

- на не влияющие на сам процесс электризации, но ликвидирующие или снижающие возможность возникновения искровых разрядов;
- уменьшающие электризацию веществ и материалов;
- обеспечивающие рассеяние или отвод возникающих электростатических зарядов.

К числу основных методов защиты первой группы относится заземление технологического оборудования, тела человека, являющееся наиболее простым, но необходимым средством, поскольку энергия искрового разряда с проводящих незаземлённых элементов технологического оборудования во много раз (сотни и тысячи) выше энергии разряда с диэлектриков. Заземляться должны все электропроводящие части и элементы оборудования, на которых возможно накопление зарядов. Заземляются все металлические вентиляционные короба и кожухи термоизоляции трубопроводов и аппаратов, поскольку при движении запылённого воздуха и электризации теплоизоляционного материала (стекловаты) за счёт вибрации их потенциал относительно земли может достигать 3...4 кВ. Электросопротивление всей цепи заземления должно быть не более 100 Ом. Непроводящее оборудование, согласно «Правилам ...», считается электростатически заземлённым, если в любой его точке сопротивление по отношению к земле – не больше $5 \cdot 10^9$ Ом. Особое внимание необходимо уделять заземлению передвижных объектов или вращающихся элементов оборудования, не имеющих постоянного контакта с землёй. Так, различные передвижные ёмкости, в которые наливают или засыпают электризующиеся материалы, должны быть перед заполнением установлены на специальное заземлённое основание или присоединены к заземлителю специальным проводником до того как будет открыт люк.

Серьёзное внимание, особенно во взрывоопасных производствах, необходимо уделять заземлению человека, поскольку разряд с его тела, вследствие накопления на нём в зависимости от способа заряджения (контактного или индукционного) больших потенциалов (7...12 кВ) и значительной ёмкости (до 300 пФ), очень часто является причиной пожаров и взрывов. Для этих целей используют специальную

антистатическую обувь, антистатические браслеты, халаты, обувь с кожаной подошвой.

Чтобы обеспечить непрерывный отвод зарядов статического электричества с тела человека или передвижных ёмкостей, полы в таких помещениях должны быть обязательно электропроводящими, т. е. иметь ρ_v не более 10^6 Ом·м. К таким покрытиям для пола относятся бетон, керамическая плитка, ксилит, антистатический линолеум. Часто целесообразной является защита оборудования с помощью разрядников, расположенных вне взрывоопасных зон. Регулированием разрядного промежутка можно установить допустимое напряжение пробоя $U_{пр}$, безопасное для применяемого горючего вещества.

Процесс образования зарядов статического электричества сильно зависит от градиента скоростей контактирующих материалов, поэтому, уменьшив скорость транспортирования жидкостей, порошкообразных материалов, гранул, а также скорость переработки полимерных материалов, особенно плёночных, можно добиться снижения уровня электризации до безопасных величин, правда, это связано со снижением производительности. Вследствие этого ограничение скоростей применяют только тогда, когда невозможно обеспечить надёжную антистатическую защиту другими методами. Это в первую очередь относится к процессам транспортирования манометров, углеводородных жидкостей, нефтепродуктов. В соответствии с «Правилами ...» жидкости с $\rho_v < 10^5$ Ом·м можно перекачивать со скоростью до 10 м/с, с ρ_v до 10^9 Ом·м – до 5 м/с, а при $\rho_v > 10^9$ допустимая скорость транспортирования не должна превышать 1,2 м/с. Более точные значения определяются из документа «Допустимые скорости движения жидкостей по трубопроводам и истечения в ёмкости». Для увеличения производительности технологического оборудования скорость ограничивают не на всех стадиях процесса, а только перед заполнением приёмных ёмкостей, бункеров и резервуаров. Слив осуществляют в релаксационные ёмкости, представляющие собой заземлённые участки трубопровода увеличенного диаметра и находящиеся у входа в приёмную ёмкость. Для сильно электризующихся жидкостей перед релаксационной ёмкостью могут быть установлены специальные нейтрализаторы статического электричества (НСЭ) игольчатого или струнного типа.

Метод контактных пар способен значительно ограничить генерацию зарядов СЭ. Материалы по диэлектрической проницаемости можно расположить в трибоэлектрический ряд в такой последовательности, что любой из них приобретает отрицательный

заряд при соприкосновении с последующим в ряду материалом и положительный – с предыдущим. При этом с увеличением расстояния в ряду между двумя материалами абсолютная величина заряда, возникающего между ними, возрастает.

Весьма эффективным методом устранения опасной электризации является антистатическая обработка, или применение специальных антистатических веществ, снижающих ρ_v и ρ_s жидкостей, полимерных материалов на несколько порядков. Самым простым методом снижения ρ_s перерабатываемых материалов является увлажнение поверхности перерабатываемого материала, поскольку влага служит хорошим проводником электрических зарядов и способствует их стеканию на заземлённые части технологического оборудования. Этот метод применим только для гидрофильных материалов, способных адсорбировать влагу. Для гидрофобных материалов, к которым относятся практически все полимерные материалы, увеличение влажности окружающей среды до 80...90 % не снижает их электризацию. В этом случае для её устранения в них вводят различные антистатические агенты (антистатики), которые в большинстве случаев являются поверхностно-активными веществами (ПАВ). По характеру действия их делят на три группы: гигроскопичные, полярные и маслянистые (смазывающие), уменьшающие коэффициент трения. Первые адсорбируют влагу из атмосферы, образуя на поверхности перерабатываемого материала тонкий проводящий слой влаги. Обычно это длинноцепочечные неионогенные (не диссоциирующее на ионы в водном растворе) соединения: высшие жирные спирты, амиды, амины, алкилфенолы и продукты их взаимодействия с оксидами этилена и пропилена. Недосток их – слабая эффективность в сухой атмосфере ($\phi < 40$ % об). Полярные вещества также образуют электропроводящий слой на поверхности материала. К ним относятся катионоактивные и анионоактивные вещества – от солей аминов и типичных аммониевых солей до гетероциклических соединений азота. Среди антистатиков они занимают ведущее место, их действие проявляется уже при малых концентрациях.

Для снижения электризации жидкостей до безопасных уровней при перекачке жидкостей, топлив и растворителей на нефтяной основе, а также при приготовлении растворов полимеров (клеев) большое применение находят антистатические добавки (присадки). Это материалы – на основе металлов переменной валентности (олеатов хрома, кобальта, меди, нафтенатов этих металлов и солей хрома). Электрическое сопротивление твёрдых полимерных материалов

(пластмасс, резин, пластиков) можно снизить, вводя в их состав различные марки электропроводящего углерода, поскольку введение металлических порошков или стоит слишком дорого, или приводит к значительному ухудшению физико-химических показателей полимерных материалов. Другим направлением устранения зарядов статического электричества является применение нейтрализаторов статического электричества (НСЭ), которые используют как для твёрдых, мелкодисперсных, так и для жидких диэлектрических материалов, работающих по различному принципу. Так, для жидкостей принцип действия основан на увеличении их электропроводности под действием сильного электрического поля, для остальных же материалов принцип работы НСЭ состоит в отводе электростатических зарядов за счёт ионизации воздушного слоя между заряженной поверхностью и заземлёнными частями нейтрализатора или технологического оборудования.

Молниезащита. Под молниезащитой понимают комплекс защитных устройств от молнии, обеспечивающих безопасность людей, сохранность сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений. При проектировании молниезащиты различают защиту от прямых ударов молнии, электромагнитной индукции и от заноса высоких потенциалов через надземные и подземные металлические конструкции.

Наиболее опасен прямой удар молнии, при котором её канал проходит через здание, сооружение и т. д. Сила тока молнии достигает 200 КА, напряжение – 150 МВ, температура канала – 6 000...30 000 °С. При этом воздух расширяется, образуя ударную воздушную волну, разрушающую здания и сооружения.

Проявление молнии в виде электростатической и электромагнитной индукции заключается в действии электромагнитного поля молнии, ударяющей в объект или на расстоянии от него, и возникновении ЭДС. Эта ЭДС может вызвать искрение или сильное нагревание в местах с недостаточно плотными контактами между металлическими элементами конструкций, что может привести к пожару или взрыву (в зависимости от категории помещения).

Молния опасна высокими потенциалами, вызывающими поражение людей при прямом ударе, напряжением прикосновения и шага. Способ защиты от молнии выбирают в зависимости от назначения здания (сооружения), интенсивности грозовой деятельности в данном районе, ожидаемого количества поражений молнией в год. Среднегодовую грозовую деятельность в часах определяют по карте,

приведенной в СН305–77, и «Инструкции по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений».

В зависимости от масштабов разрушения все сооружения делят на три категории:

I категория – под воздействием молнии может возникнуть пожар (взрыв) с большими разрушениями и человеческими жертвами (классы В-I и В-II по ПУЭ); здания I категории подлежат защите от прямых ударов молнии, вторичных воздействий и заноса высоких потенциалов через надземные и подземные металлические конструкции;

II категория – сооружения, опасные в отношении взрыва, однако взрыв не может вызвать значительных разрушений и человеческих жертв, так как взрывоопасные и горючие вещества хранятся в специальной металлической таре (классы В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-IIa); здания II категории подлежат защите от прямых ударов, вторичных воздействий и заноса высоких потенциалов через надземные и подземные металлические конструкции в местностях со средней грозовой деятельностью 10 ч и более в году;

III категория – сооружения, для которых прямой удар молнии представляет опасность только в отношении разрушений и пожаров (классы П-I, П-IIa, П-III). Здания III категории подлежат защите от прямых ударов молнии и от заноса высоких потенциалов по надземным конструкциям в местностях с грозовой деятельностью 20 ч и более в год.

Для защиты от прямых ударов линейных молний применяют молниеотвод, состоящий из молниеприёмника, воспринимающего удар молнии, токоотвода, соединяющего молниеприёмник с землёй и заземлителя, отводящего ток молнии в землю. Молниеотвод создаёт определённую зону защиты – часть пространства, в пределах которого обеспечивается защита сооружений от прямых ударов молний. Молниеотводы могут быть стержневыми, тросовыми и сетчатыми, а также одиночными, двойными и многократными.

Здания и сооружения I категории защищают отдельно стоящими или изолированными молниеотводами. На объектах II категории молниеотводы устанавливают непосредственно на самих объектах. Объекты III категории защищают молниеотводами любого типа. Металлическая кровля и стальные фермы могут быть использованы как молниеприёмники. Для защиты от прямых ударов молнии металлических наружных установок также применяют любые типы молниеотвода.

Для защиты от действия электромагнитного поля необходимо все находящиеся в здании металлические предметы, а также вводы в здание всех коммуникаций заземлять. При этом импульсное сопротивление не

должно превышать 1 Ом. Для защиты от заноса опасных потенциалов запрещается вводить в объекты I категории провода воздушных линий электропередачи и связи. Энергию разрешается подводить по кабелям с заземлением оболочек. Ввод воздушных линий внутрь объектов II категории при необходимости допускается, но нежелателен. В объекты III категории воздушные линии вводить разрешается. При этом заземляют штыри изоляторов и устанавливают защитные разрядники на вводе в здание.

3.4. Пожаровзрывобезопасность

Физико-химические основы процессов горения (взрывов).

Горение – сложное быстропротекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и (обычно) свечением. В большинстве случаев горение представляет собой экзотермическое окислительное взаимодействие горючего вещества с окислителем. К горению относят не только процессы взаимодействия веществ с кислородом (или другими окислителями), но и разложение взрывчатых веществ, соединение ряда веществ с хлором и фтором, оксидов натрия и бария с диоксидом углерода и т. д. Химическая реакция горения всегда является сложной, т. е. состоит из ряда элементарных химических превращений. Химическое превращение при горении происходит одновременно с физическими процессами: переносом тепла и массы. Поэтому скорость горения всегда определяется как условиями тепло- и массопередачи, так и скоростью протекания химических реакций.

Условия возникновения и виды горения. Всё разнообразие процессов горения может быть сведено к двум основным явлениям: возникновению и распространению пламени. Появлению пламени всегда предшествует процесс прогрессирующего самоускорения реакции, вызванный изменением внешних условий: появлением в горячей среде источника зажигания, нагревом смеси горючего с окислителем до некоторой критической температуры стенками аппарата или в результате адиабатического сжатия. Зажигание горючей смеси инициируется внешним источником зажигания (электрической или фрикционной искрой, высоко нагретой поверхностью, открытым пламенем).

Если ограничиться рассмотрением зажигания газов искрой, то процесс может быть представлен в следующем виде: температура в канале электрической искры достигает 10 000 °С. В этой зоне

происходит термическая диссоциация и ионизация молекул, что приводит к интенсивному протеканию химических реакций. Однако, вызвав горение в зоне разряда, искра может не вызвать дальнейшего распространения пламени по смеси. Горючую смесь может зажечь только такая искра, в канале которой выделяется энергия, достаточная для обеспечения условий распространения пламени на весь объём смеси. Для этого надо, чтобы близлежащие слои горючей смеси успели воспламениться, прежде чем нагретый искрой объём остынет. При горении химически неоднородных горючих систем, т. е. систем, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны и имеют поверхности раздела (твёрдые материалы и жидкости, струи газов и паров, поступающие в воздух), время диффузии окислителя к горючему веществу несоизмеримо больше времени, необходимого для протекания химической реакции. В этом случае процесс протекает в диффузионной области. Такое горение называют *диффузионным*. Все пожары представляют собой диффузионное горение. Если же время физической стадии процесса оказывается несоизмеримо меньше времени, необходимого для протекания химической реакции, то можно принять, что время сгорания химически неоднородной системы примерно равно времени протекания самой химической реакции. Скорость процесса практически определяется только скоростью химической реакции. Такое горение называют *кинетическим*, например, горение химически однородных горючих систем, в которых молекулы окислителя хорошо перемешаны с молекулами горючего вещества и не затрачивается время на смесеобразование (гомогенное горение). Поскольку скорость химической реакции при высокой температуре велика, горение таких смесей происходит мгновенно, в виде взрыва. Если продолжительность химической реакции и физическая стадия процесса горения соизмеримы, то горение протекает в промежуточной области, в которой на скорость горения влияют как химические, так и физические факторы. Пространство, в котором сгорают пары и газы, называется *пламенем*, или *факелом*. В случае когда горит заранее не подготовленная смесь паров или газов с воздухом, пламя называют *диффузионным*. Если такая смесь образуется в пламени в процессе горения, – пламя кинетическое. В условиях пожара газы, жидкости и твёрдые вещества горят диффузионным пламенем. Наиболее характерным свойством возникновения очага пламени является его способность к самопроизвольному распространению по горючей смеси. В понятие *распространение пламени* объединены разнообразные явления, сопровождающиеся образованием дефлаграционных (распространяющихся с дозвуковой скоростью) и детонационных

(распространяющихся со сверхзвуковой скоростью) пламён. Дефлаграционные пламёна, в свою очередь, подразделяются на ламинарные и турбулентные. Для объяснения процессов, приводящих к возникновению горения и развитию процессов горения, предложены так называемые тепловая и цепная теории.

Тепловой взрыв. Под тепловым взрывом (или тепловым самовоспламенением) понимают процесс развития химических реакций, протекающих с достаточно большим выделением тепла, характеризующихся достаточно высокой энергией активации и заканчивающихся появлением пламени. Основной идеей тепловой теории является представление о наличии обратной связи между химической реакцией и выделяемым ею теплом. В ходе протекания экзотермического превращения выделяется тепло, пропорциональное скорости реакции, и вещество разогревается. При этом, в зависимости от интенсивности химической реакции и условий теплообмена с внешней средой, возможны следующие варианты развития процесса:

- если реакция идёт достаточно медленно и, значит, скорость тепловыделения невелика, стенки реакционного сосуда успевают выделяющееся тепло отводить в окружающую среду. В результате этого при некоторой температуре, лишь немного превышающей температуру окружающей среды, устанавливается тепловое равновесие между реагирующей системой и внешней средой;
- если начальная температура реагирующей системы достаточно высока и выделяющееся тепло не успевает отводиться во внешнюю среду, наблюдается процесс быстрого повышения температуры реагирующей системы, заканчивающийся появлением пламени. Этот процесс мы воспринимаем как самовоспламенение или взрыв. Тепловой взрыв возникает тем легче, чем выше скорость тепловыделения и больше температура сгорания. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что в одних случаях самовоспламенение носит тепловой характер, а в других – цепной.

Цепной взрыв представляет собой разновидность автокаталитических реакций. Характерной особенностью цепного самовоспламенения является его автокатализ не конечными продуктами реакции (CO_2 и H_2O), а образующимися в результате промежуточных химических превращений свободными радикалами. К самовоспламенению и взрыву даже в изотермических условиях могут приводить разветвлённые цепные реакции. Отличие разветвлённых цепных реакций от других типов автокаталитических процессов заключается в периодическом возникновении реакций, в которых

вместо одного активного атома или радикала возникает два или несколько новых.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов.

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов – совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения может быть пожар или взрыв. Всего показателей пожаровзрывоопасности более двадцати. Но нам будет достаточно рассмотреть наиболее часто применяющиеся (см. ГОСТ 12.1.044–89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов»).

Группа горючести – классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению. По горючести вещества и материалы подразделяются на три группы:

- негорючие (несгораемые) – вещества (материалы), не способные к горению. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

- трудногорючие (трудносгораемые) – вещества и материалы, способные гореть при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

- горючие (сгораемые) – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. Горючие жидкости с температурой вспышки не более 61 °С, зафлегматизированные смеси, не имеющие вспышки, относятся к легковоспламеняющимся (ЛВЖ). Особо опасными называют ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 °С.

Температура вспышки – наименьшая температура конденсированного вещества, при которой над её поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает. Значение температуры вспышки применяется при характеристике пожарной опасности жидкости. Температура вспышки жидкостей, принадлежащих к одному и тому же классу, закономерно зависит от физических свойств членов гомологического ряда. Она повышается с увеличением молекулярной массы, температуры кипения и плотности. Так, метиловый спирт имеет $M=32$ и $t_{всп.}=8$ °С, а последний член ряда, N-амиловый спирт, – $t_{всп.}=40$ °С.

Температура воспламенения – наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение.

Температура самовоспламенения – самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

Нижние (верхние) концентрационные пределы распространения пламени (НКПРП и ВКПРП) – минимальное (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при которой возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания. Невозможность воспламенения горючей смеси при концентрации ниже НКПРП объясняется малым количеством горючего вещества и избытком воздуха. Смесь, имеющая небольшое количество горючего и избыток воздуха, характеризуется минимальной скоростью распространения пламени, низкой температурой горения (до 1300 °C) и небольшим давлением взрыва (~0,3 МПа). При концентрации горючего в смеси выше НКПРП горение проходит с большой скоростью, давление при взрыве повышается. Верхний концентрационный предел распространения пламени (ВКПРП) характеризуется избытком горючего и малым количеством воздуха. Концентрационная область распространения пламени различных газо- и паровоздушных смесей неодинакова. Наибольшую область имеют оксид этилена, водород, а наименьшую – пропан, бутан. Чем ниже НКПРП и больше концентрационная область распространения пламени, тем большую пожарную опасность они представляют. Зная область распространения пламени в процессе применения и хранения газов и горючих жидкостей, можно поддерживать такой режим, при котором концентрации горючего будут выше верхнего или ниже нижнего КП. Концентрационная область сильно зависит от температур и давлений в аппаратах и хранилищах. Поскольку НКПРП большинства горючих газов сравнительно невелики, переработка таких газов при концентрациях, меньших НКПРП, малоэффективна. Для взрывоопасных смесей с ВКПРП до 15...30 % об. целесообразно переобогащение смеси горючим и поддержание такой концентрации на заданном уровне в течение всего цикла технологического процесса. Например, для смесей углеводородов от метана до гексана с кислородом при нормальных условиях ВКПРП составляет 61...40 % об, для смесей с воздухом максимальное взрывоопасное содержание горючего составляет 15...7 % об.

Для газовых смесей заметное изменение области воспламенения наблюдается при пониженном давлении; при этом происходит её сокращение вплоть до смыкания нижней и верхней границ области воспламенения. Ниже этого давления воспламенение смеси любого

состава невозможно. При повышении температуры на каждые 100 °С НКПРП снижается на 10 % от первоначальной величины, ВКПРП увеличивается на 15 %. В тех случаях, когда по технологическим (или экономическим) причинам процесс нужно вести при такой концентрации горючего газа с воздухом, которая находится в области распространения пламени, в смесь вводят флегматизаторы, в присутствии которых смесь становится негорючей. В качестве инертных флегматизаторов применяют азот, аргон, диоксид углерода, водяной пар, продукты сгорания топлива (H_2O , CO_2 , N_2).

Минимальное взрывоопасное содержание кислорода при флегматизации и ингибировании газовых смесей (МВСК) – это такая концентрация кислорода в газо- или паровоздушной смеси, ниже которой воспламенение и горение смеси становится невозможными при любом содержании горючего в этой смеси.

Мощность источника и минимальная энергия зажигания. С изменением мощности источника зажигания может изменяться область воспламенения. Особенно это характерно для диэлектрических разрядов. Так, увеличение мощности искры приводит к расширению пределов воспламенения горючей смеси, причём наиболее сильно увеличивается ВКПРП. Однако расширение области воспламенения происходит до определённого предела. Искры, которые не вызывают дальнейшего расширения области воспламенения, называются *насыщенными*. Допустимая энергия искрового разряда не должна превышать 40 % минимальной энергии зажигания.

Минимальной энергией зажигания называется наименьшее значение энергии электрического разряда, способное воспламенить наиболее легковоспламеняющуюся смесь газа (пара или пыли) с воздухом.

Температурные пределы распространения пламени (воспламенения) – такие температуры вещества, при которых его насыщенный пар образует в окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (НТПРП) и верхнему (ВТПРП) концентрационным пределам распространения пламени. Для обеспечения безопасности технологический процесс проводят при температуре ниже НТПРП на 10 °С или выше ВТПРП на 15 °С. На температурные пределы распространения пламени оказывает влияние начальное давление: уменьшение начального давления по сравнению с атмосферным приводит к снижению этого показателя, повышение – к увеличению.

Защита ТП и оборудования от аварий и взрывов

Действующей системой стандартов безопасности труда установлено, что производственные процессы и производственное оборудование должны быть пожаро- и взрывобезопасными (ГОСТ 12.3.0002–75, ГОСТ 12.2.003–74). Стандарты предусматривают систему контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающую защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования. В комплекс пожаровзрывозащиты должен входить ряд вариантов защиты, связанных с исключением из процесса горючей (взрывоопасной) системы или возможных источников зажигания, а также с использованием способов ограничения и подавления взрывов. Следует учитывать, что мероприятия по защите от взрывов лучше всего осуществляются в оборудовании наименьшего объёма.

Распространённым способом снижения вероятности взрыва является установление безопасного технологического регламента, когда даже при резких возмущениях процесса его «опасные» параметры (температура, давление) не могут приблизиться к границе устойчивости. Снижение скорости протекания процесса достигается уменьшением скорости подачи исходных компонентов, варьированием температурного режима и применением специальных разбавителей.

Осуществление технологического процесса в среде инертного разбавителя (N_2 , CO_2 , H_2O) позволяет снизить вероятность взрыва смеси, однако добавки инертного компонента (70...110 % об. от горючей смеси) затрудняют отделение от них конечного продукта, требуют использования дополнительного технологического оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры. Инертные разбавители целесообразно использовать также на некоторых стадиях технологического процесса.

Значительное сужение концентрационных пределов воспламенения и подавление взрывов достигается при комбинированном действии химических ингибиторов (фторбромсодержащих углеводородов) с диоксидом углерода, азота, диэтиламином.

Предотвратить взрыв можно регулированием и поддержанием такого состава смеси, при котором содержание горючего компонента находится вне концентрационных пределов воспламенения. Поскольку НКПРП большинства горючих газов, используемых при получении полимеров, сравнительно невелик, переработка таких газов при концентрациях, меньших НКПРП, малоэффективна. Для взрывоопасных смесей с верхним концентрационным пределом воспламенения до 15...30 % целесообразно переобогащение смеси

горючим и поддержание такой концентрации на заданном уровне в течение всего технологического цикла. Однако если процесс осуществляется в вакууме, то в случае нарушения герметичности аппарата возможны подсос воздуха и образование взрывоопасных концентраций и, как следствие, взрыв и разрушение технологического оборудования.

Технологическим способом снижения опасности является также перевод периодического или полунепрерывного технологического процесса в непрерывный. Вследствие уменьшения объёма реактора непрерывного действия, по сравнению с объёмом реактора периодического действия, при той же производительности снижается общий объём реакционной массы, находящейся в цехе. Тем самым облегчаются возможные последствия аварии, однако вероятность возникновения самой аварии и взрыва не уменьшается. Технологический режим (t, p) при непрерывном процессе поддерживается постоянным, что существенно облегчает автоматизацию технологического процесса и снижает его опасность.

Для производств, связанных с применением мелкодисперсных материалов (пылей), одной из задач является снижение летучести пыли. Для этого пыль увлажняют в местах её образования или в местах, где возможно увеличение содержания пыли в воздухе. Увлажнение проводят до такого состояния пыли, при котором не образуется аэрозоль. Замена пылесборников скрубберами с увлажнением помогает решить эту задачу. Для улучшения смачивания к воде добавляют ПАВ.

Достаточно эффективными мерами, обеспечивающими безопасность процесса, являются своевременное удаление скоплений пыли, обеспечение надёжной герметизации соответствующего оборудования, применение вакуумного транспортирования пылевидных материалов, снижающего содержание кислорода в горючей смеси, взамен транспортирования под давлением воздуха. Для уменьшения опасности взрыва очень часто оборудование для опасных операций или выносят на открытый воздух, или размещают в небольших обособленных зданиях. Одним из важных мероприятий по предотвращению действия давления взрыва в системе является сброс давления через вышибаемые проёмы, к которым относятся остеклённые части здания, двери, распашные ворота, легкопанельные стены, лёгкие сбрасываемые крыши.

Ограничение и подавление взрывов. Механизм ограничения и подавления взрывов, как и в случаях тушения пожаров, основан на охлаждении, инертизации и ингибировании горения. Устройство,

служащее для подавления взрыва, включает в себя три основных элемента:

- чувствительный датчик, реагирующий на определённый параметр взрыва (давление, температуру, тепловую радиацию);
- исполнительный механизм, который под влиянием начального импульса обеспечивает срабатывание устройства и диспергирование вещества, тушащего пламя. Скорость срабатывания устройства должна быть больше максимальной скорости нарастания давления взрыва;
- тушащее средство.

Период между моментами воспламенения и достижения разрушающего давления составляет примерно $30 \div 40$ мс, поэтому автоматическая блокировка с тушащим средством должна срабатывать в течение более короткого времени. Широкое применение в химической промышленности нашли автоматические системы взрывозащиты, которые подразделяются на системы предупреждения, локализации и подавления взрывов.

Системы предупреждения аварий и взрывов могут быть двух видов:

- основные защитные воздействия первого вида, возвращающие процесс в режим нормального функционирования: подача «жёсткого» хладагента – она применяется в случае, когда развитие аварийной ситуации приводит к нарушению температурного режима, а резкое охлаждение не вызывает полного прекращения процесса; прекращение подачи одного или нескольких компонентов, когда причиной возникновения аварийной ситуации является нарушение расхода или соотношения исходных компонентов или когда нарушается температурный режим в сторону увеличения опасности; стравливание избыточного давления из аппарата – применяется, когда предаварийное состояние характеризуется повышением давления; подключение дополнительного технологического оборудования, например через ловушку, когда защитные воздействия первого вида приводят к временному замедлению процесса;

• *прекращение процесса* – осуществляется защитными воздействиями второго вида: сброс реакционной массы в специальную ёмкость, заполненную разбавителем; подача в реактор разбавителя, резко затормаживающего процесс и делающего невозможным дальнейшее использование реакционной массы; подача «жёсткого» хладагента, если последовавшее за этим снижение температуры вызывает такие необратимые реакции, которые приводят к невозможности дальнейшего использования реакционной массы.

Системы локализации взрывов. Системы приводятся в действие при возникновении загораний и угрозе разрушения технологического оборудования и здания от избыточного давления. Принцип действия систем локализации заключается в обнаружении аварийного состояния датчиком – преобразователем, подаче исполнительной команды на срабатывание устройства разгерметизации, инертизации и пожаротушения. После срабатывания устройств разгерметизации (предохранительной мембраны) в очаг возгорания подаётся флегматизирующий инертный разбавитель или (через насадки – распылители) огнетушащее вещество для ликвидации или локализации загорания.

Чтобы предотвратить распространение пламени на смежные аппараты, применяют устройства блокирования – огнепреградители различных типов и пламеотсекатели. По способу устройства огнепреградители могут быть сухими, орошаемыми, с водяным статическим затвором. По конструкции они делаются с насадкой из гранулированных материалов, пластинчатые, сетчатые, металлокерамические или металловолоконистые. Огнепреградители используют также для оборудования «дыхательных», продувочных и сбросных линий аппаратов и ёмкостей с ЛВЖ, газопаровоздушных линий со взрывоопасными концентрациями смесей, коммуникаций с газами, способными к взрывному разложению. Пламегасящий эффект огнепреградителей определяется в основном диаметром пламегасящих каналов, поскольку длина и материал стенок этих каналов мало влияют на теплоотвод из зоны горения. При уменьшении диаметра пламегасящего канала увеличивается его поверхность на единицу массы реагирующей смеси, вследствие этого возрастают потери тепла из зоны горения. При критическом диаметре скорость реакции горения резко уменьшается, так что дальнейшее распространение пламени полностью прекращается.

Для локализации пламени в трубопроводах, транспортирующих различные горючие вещества (газы, пыли), применяют форсуночные пламепреградители. Принцип их действия заключается в создании огнетушащей зоны впереди движущегося фронта пламени специальными устройствами, которые обеспечивают высокоскоростную подачу жидкого или газообразного огнепреградителя в полость защищаемого трубопровода.

В качестве пламеотсекателей, предотвращающих распространение огня по газопроводу, используют изолирующие клапаны, а также гидрозатворы, которые обеспечивают механическое

перекрытие рабочего сечения газопровода шиберами или заслонками и одновременную подачу внутрь газопровода огнетушащей жидкости.

Устройства разгерметизации предназначены для обеспечения необходимого по условиям взрывозащиты проходного сечения для сброса избыточного давления, возникающего при взрыве внутри аппарата. При этом давление в аппарате не должно превышать допустимого значения.

Для обеспечения необходимой площади разгерметизирующих разгрузочных отверстий наибольшее применение нашли предохранительные устройства – клапаны и разрушающиеся мембраны. Разгрузка противовзрывных устройств должна быть организована таким образом, чтобы избежать выброса пламени в рабочее помещение и повторного взрыва. Для этого рекомендуется противовзрывные устройства снабжать трубами, площадь сечения которых должна быть не менее площади разгрузочного отверстия, а длина – не более 3 м. Трубы выводят наружу, причём они должны быть по возможности прямыми.

Пожаровзрывоопасность электроустановок. Во взрыво- и пожароопасных производствах, особенно при работе с взрывоопасными газами, парами, пылями (ацетиленом, оксидом этилена, ацетоном, диэтиловым эфиром), электроустановки могут быть источниками воспламенения. Так, при неправильной эксплуатации или неисправности электрооборудования возможны его перегрев или появление искровых разрядов, которые могут вызвать пожар или взрыв горючей среды, наносящий большой материальный ущерб. Поэтому электрооборудование, работающее во взрывоопасных средах, выполняется по специальным правилам и может эксплуатироваться без опасности их воспламенения.

Электрическая искра является одним из наиболее мощных источников воспламенения. Большая температура (около 10 000 °С) в канале искрового разряда способствует протеканию интенсивных окислительно-восстановительных реакций. Возникновение электрических искр в производственных условиях возможно при замыкании и размыкании электрических цепей в выключателях, рубильниках, пусковой и другой аппаратуре, а также при коротком замыкании, плохих электрических контактах.

Основными способами борьбы с воспламенением от электрооборудования являются правильный выбор и надлежащая эксплуатация этого оборудования во взрыво- и пожароопасных производствах. В связи с этим все помещения (цехи, участки), наружные установки, согласно «Правилам устройства

электроустановок» (ПУЭ), классифицируют на взрывоопасные (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa) и пожароопасные (П-I, П-II, П-IIa, П-III) зоны.

Взрывоопасная зона – это пространство, в котором имеются или могут появиться взрывоопасные смеси и в пределах которого на исполнение электрооборудования накладываются ограничения с целью уменьшения вероятности возникновения взрыва, вызванного электрооборудованием.

К классу В-I относятся зоны производственных помещений, в которых выделяются горючие газы и пары в таком количестве и обладают такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных недлительных режимах работы, например: при загрузке и разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых сосудах.

К классу В-Ia относятся зоны производственных помещений, в которых взрывоопасная концентрация газов и паров возможна только в результате аварии или неисправностей.

К классу В-Iб относятся те же зоны, что и к классу В-Ia, но имеющие одну из следующих особенностей:

- горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения ($>15\%$ об.) и резким запахом при ПДК;
- при аварии в этих зонах возможно создание только местной взрывоопасной концентрации, распространяемой на объём не более 5% общего объёма зоны;
- горючие газы и жидкости используются в небольших количествах без применения открытого пламени, в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

К классу В-Iг относятся наружные установки, содержащие взрывоопасные газы, пары, жидкости, причём взрывоопасная концентрация может создаваться только в результате аварии или неисправностей.

К классу В-II относятся зоны производственных помещений, в которых возможны образования взрывоопасных концентраций пылей или волокон с воздухом или другим окислителем при нормальных, недлительных режимах работы.

К классу В-IIa относятся зоны, аналогичные зонам класса В-II, в которых взрывоопасные концентрации пылей и волокон могут образоваться только в результате аварий или неисправностей.

Пожароопасная зона – это открытое пространство, в котором могут находиться горючие вещества как при нормальном технологическом процессе, так и при возможных его нарушениях.

К классу П-I относятся зоны производственных помещений, в которых применяют или хранят жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

К классу П-II относятся зоны производственных помещений, в которых при проведении технологического процесса выделяются горючая пыль или частицы волокон с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объёму воздуха или взрывоопасные пыли, содержание которых в воздухе производственных помещений по условиям эксплуатации не достигает взрывоопасных концентраций.

К классу П-IIa относятся зоны производственных и складских помещений, в которых содержатся или перерабатываются твёрдые или волокнистые горючие вещества; горючие пыли и волокна здесь не выделяются.

К классу П-III относятся наружные установки, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С, а также твёрдые горючие вещества.

Применяемые в означенных помещениях электроустановки должны обеспечивать как необходимую степень защиты их обмоток от воздействия окружающей среды, так и необходимую безопасность в отношении пожара или взрыва по причине их неисправности. В соответствии с ПУЭ в пожароопасных зонах используется электрооборудование закрытого типа, внутренняя полость которого отделена от внешней среды оболочкой. Аппаратуру управления, защиты и светильники рекомендуется применять в пыленепроницаемом исполнении. Вся электропроводка должна быть обеспечена надёжной изоляцией. Во взрывоопасных зонах и наружных установках необходимо использовать взрывозащищённое электрооборудование, изготовленное в соответствии с ГОСТ12.2.020–76 «Электрооборудование взрывозащищённое». В соответствии с ним всё электрооборудование по уровню взрывозащиты, т. е. степени взрывозащиты, подразделяется на три класса:

- класс 2 – повышенной надёжности против взрыва, в котором взрывозащита обеспечена только при нормальном режиме работы;
- класс 1 – взрывобезопасное, в котором взрывозащита обеспечивается и при признанных вероятных повреждениях, кроме повреждений средств взрывозащиты;

- класс 0 – особо взрывобезопасное, в котором по отношению к взрывобезопасному приняты дополнительные средства взрывозащиты.

Взрывозащита обеспечивается взрывонепроницаемой оболочкой, искробезопасными электрическими цепями, недопущением появления опасных нагревов, искр, дуг; продувкой внутренних полостей чистым воздухом или инертным газом; заполнением токоведущих полостей минеральным маслом, любым жидким негорючим диэлектриком; кварцевым заполнением оболочек; заполнением эпоксидными смолами, имеющими оболочку под постоянным избыточным давлением воздуха или инертного газа.

Пусковую аппаратуру (выключатели, магнитные пускатели) в классах В-I и В-II необходимо выносить за пределы взрывоопасных помещений и снабжать устройством дистанционного управления. Провода внутри взрывоопасных помещений следует прокладывать в стальных трубах или использовать для этих целей бронированный кабель. Светильники для классов В-I, В-II и В-Ia также должны быть взрывозащищёнными.

3.5. Организация безопасной работы на персональных компьютерах и видеодисплейных терминалах

К концу рабочего дня операторы ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ) ощущают головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины, зуд кожи лица. Со временем это приводит к мигреням, частичной потере зрения, сколиозу, кожным воспалениям и т. д. По результатам зарубежных исследований выявлена определенная связь между работой на ПЭВМ и такими недомоганиями, как астиопия (быстрая утомляемость глаз), боли в спине, шее (остеохондроз), запястный синдром (болезненное поражение срединного нерва запястья), снижение концентрации внимания, нарушение сна и другие. Они не только снижают трудоспособность, но и подрывают здоровье людей. У людей, просиживающих у ПЭВМ от 2 до 6 часов в день, резко возрастают шансы заработать болезнь верхних дыхательных путей, получить неожиданный инфаркт или инсульт, посадить зрение, стать импотентом. Результаты научных исследований показали, что наиболее «рисковыми» пользователями ПЭВМ являются дети и беременные женщины.

Таким образом, работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы спины и рук при работе с

клавиатурой ЭВМ. Возрастают так называемые эргономические заболевания как разновидность профессиональных болезней. Они обычно возникают в результате непрерывной работы на неправильно организованном рабочем месте.

Анализируя причины резкого роста «компьютерных» профзаболеваний, специалисты научных центров США отмечают прежде всего слабую эргономическую проработку рабочих мест операторов ПЭВМ и ВДТ. Сюда входит слишком высоко расположенная клавиатура, неподходящее кресло. Кроме того, на пользователей ПЭВД и ВДТ постоянно действуют опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003–74):

- повышенная ионизация воздуха;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная контрастность и пульсация светового потока;
- повышенный уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;
- повышенный уровень шума и вибрации;
- нервно-эмоциональная напряженность.

Их интенсивность во многом зависит от исправности как ПЭВМ и ВДТ, так и средств ее защиты.

Таким образом, на здоровье людей, работающих на ПЭВМ и ВДТ, влияют как сами машины, так и санитарно-гигиенические условия помещений, где они находятся, а также организация и оборудование рабочих мест, режим труда и отдыха.

Чтобы избежать многих вышеуказанных воздействий на человека, необходимо приобретать ПЭВМ и ВДТ, которые имеют гигиенический сертификат соответствия требованиям стандартов безопасности и условиям, предъявляемым к функциональным параметрам, значения которых установлены в нормативных документах.

В РФ организация и проведение работ по сертификации продукции (в том числе и ПЭВМ, ВДТ) регламентируются законами «О защите прав потребителей» и «О сертификации продукции и услуг». Они предусматривают два вида сертификации – обязательную и добровольную. Обязательная сертификация проводится в целях обеспечения безопасности продукции для жизни и здоровья людей и окружающей среды. Добровольная – в целях защиты потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца) продукции, обеспечения информационной и технической совместимости и т. д. Эти оба вида

сертификации выполняются органом по сертификации – Госстандартом РФ в специализированных лабораториях.

В рабочем состоянии все изделия ПЭВМ и ВДТ должны отвечать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

При работе с ПЭВМ и ВДТ необходимо обеспечить наилучшие значения визуальных параметров (яркость знака, внешняя освещенность экрана и т. д.) в пределах оптимального диапазона.

Допустимые параметры неионизирующих электромагнитных полей (ЭМП) и излучений при работе ПЭВМ и ВДТ согласно СанПиНу:

1) напряженность ЭМП на расстоянии 50 см вокруг машины по электрической составляющей – не более 25 В/м в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц, не более 2,5 В/м – в диапазоне частот 2...400 кГц;

2) поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В. При больших значениях этих излучений следует применять приэкранные фильтры. Фильтрами полной защиты пользователей являются фильтры Ergostat, UNUS и UMAX MP-196, а также отечественные фильтры «Русский щит» и Dehender Ergan;

3) мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 50 см от экрана не должна превышать 0,1 мбэр/ч эквивалентной дозы.

Включенный монитор образует электромагнитное поле. Проверить его интенсивность можно, если провести тыльной стороной ладони на расстоянии нескольких миллиметров от включенного монитора. Электромагнитное поле присутствует, если услышите характерные потрескивания. Во время работы ВДТ и ПЭВМ из-за наличия электростатического поля не рекомендуется дотрагиваться до экрана руками. Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей электромагнитного поля достигается на коже дисплея. Нельзя оставлять включенное оборудование без присмотра. В целях снижения напряженности электростатического поля необходимо удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

При покупке компьютера можно ориентироваться на год его выпуска. Чем моложе компьютер, тем он безопаснее, чем старше, тем он хуже. Это объясняется тем, что качество изготовления их к концу 90-х годов прогрессировало и уровни ЭМП компьютеров снизились в десятки раз. Новые модели компьютеров производятся со встроенными защитными экранами.

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако

исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует. Исследования в этом направлении продолжаются.

Санитарно-гигиенические требования к *помещениям* с ПЭВМ и ВДТ влияют как на точность и надежность электронного оборудования, так и на работоспособность и здоровье пользователей этой техникой.

СанПиН требует располагать рабочие места с ПЭВМ и ВДТ во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток. В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола помещения:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета; пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета; пол красновато-оранжевый;
- окна ориентированы на восток и запад – стены – желто-зеленого цвета; пол зеленый или красновато-оранжевый;

Пол помещения должен быть ровный, антистатический. В образовательных учреждениях запрещается применять полимерные материалы (ДСП, слоистый пластик, синтетические ковровые покрытия и т. д.), выделяющие в воздух вредные химические вещества. В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислотный огнетушитель. Расстояние между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м.

Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, занавески). Компьютер надо установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать), который является вредным для экрана. Оптимальное положение при работе – боком к окну, желательно левым.

В помещениях с ПЭВМ и ВДТ предусматриваются защиты от *пылеобразования, шума и вибрации*, обеспечиваются требуемые параметры *микроклимата и освещения*, установленные СанПиНом и СНиПом.

Для снижения *концентрации пыли* в этих помещениях необходимо работать в хлопчатобумажных халатах и легкой сменной обуви. Запрещается курить, так как частицы пепла, оседая на поверхностях магнитных носителей, вызывают сбой в работе с ПЭВМ и ВДТ. Запыленность в данных помещениях не должна превышать 0,5 мг/м³. Поэтому нельзя открывать окна, форточки и необходимо применять местную систему кондиционирования воздуха и системы механической вентиляции. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 12.

Таблица 12

Нормы подачи свежего воздуха в помещения,
где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объёмный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ , на одного человека в час
Объём до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция
Помещение без окон и световых фонарей	Не менее 60

Источниками *шума и вибрации* на рабочем месте с ПЭВМ являются сами вычислительные машины (встроенные вентиляторы, принтеры и т. д.), система вентиляции и другое оборудование. СанПиНом установлены уровни шума на рабочем месте:

- **50 дБА** при выполнении основной работы на ПЭВМ (диспетчерские, залы, классы вычислительной техники, рабочие кабинеты и т. д.);
- **60 дБА** для помещений, где работники осуществляют лабораторный, аналитический или измерительный контроль;
- **65 дБА** в помещениях операторов ПЭВМ (без дисплеев);
- **75 дБА** в залах, где находятся принтеры.

Для снижения уровня шума в помещениях с ВДТ и ПЭВМ применяют менее шумные агрегаты или их располагают в других помещениях. Одновременно применяют архитектурно-строительные решения:

- 1) устройство подвесного потолка, который служит звукопоглощающим экраном;
- 2) использование звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63...8000 Гц для отделки помещений;
- 3) уменьшение площади стеклянных ограждений и окон для защиты от транспортного шума;
- 4) установка особо шумящих устройств на упругие прокладки;
- 5) применение на рабочих местах звукогасящих экранов;
- 6) использование однотонных занавесей из плотной ткани, подвешенных в складку на расстоянии 15...20 см от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные фундаменты и виброизоляторы.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ и ВДТ. В

помещениях с такой техникой на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относится вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация). Из них 80 % суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (табл. 13).

Таблица 13

Параметры микроклимата для помещений,
где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Тёплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

В таблице приведены оптимальные нормы микроклимата для профессиональных пользователей в помещениях с ВДТ и ПЭВМ при легкой работе (1а, 1б), где:

1а – работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения (расход энергии составляет до 120 ккал/ч);

1б – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч).

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию. Расчет потребного количества воздуха для местной системы кондиционирования воздуха ведется по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения согласно СНиП 2.04.005–91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В помещениях с ВДТ и ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СНиПу 23-05-95. При этом *естественное* освещение для данных помещений должно осуществляться через окна и обеспечивать надлежащий коэффициент естественной освещённости (КЕО).

При выполнении работ категории *высокой* зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5 мм) величина КЕО должна быть не ниже 1,5 %, а при зрительной работе *средней* точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0 %. СанПиН рекомендует левое (допускается правое) расположение рабочих мест и ПЭВМ по отношению к окнам.

Искусственное освещение в помещениях с ВДТ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения (к общему дополнительно устанавливаются светильники местного освещения для освещения зоны расположения документов). Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом, ближе к переднему краю, обращенному к оператору. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники. Допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. Модификации светильников для помещений вычислительных центров приведены в Прил. 11 СанПиНа. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях с ВДТ и ПЭВМ следует проводить чистку стекол рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ *высокой и средней* точности общая освещенность должна составлять 300...500 лк, а комбинированная – 750 лк. Не следует сидеть за монитором вообще без света, особенно по вечерам.

При организации и оборудовании рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ необходимо строго выполнять как общие, так и специальные требования, установленные СанПиНом.

Общие требования к организации рабочего места оператора:

1) рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;

2) окна в помещениях с ВДТ и ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.);

3) расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м;

4) при выполнении творческой работы рабочие места следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5...2,0 м;

5) монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680-800 мм над уровнем пола; а высота экрана над полом – 900...1280 см;

6) монитор должен находиться от оператора на расстоянии 60...70 см на 20 ° ниже уровня глаз;

7) положение спинки кресла оператора должно обеспечивать наклон тела назад 97...121 °. Рабочий стул (кресло) должен быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сидений и спинки, с надёжной фиксацией стула и полумягким воздухопроницаемым покрытием;

8) пространство для ног должно быть высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной не менее 450 мм. Должна быть предусмотрена подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с регулировкой угла наклона. Ноги при этом должны быть согнуты под прямым углом. Рабочее место с ВДТ должно иметь легко перемещаемые пюпитры для документов.

Специфические требования к рабочим местам учащихся и студентов – пользователей ВДТ и ПЭВМ:

1) помещение для занятий с использованием ВДТ и ПЭВМ должно быть оборудовано одноместными столами соответствующей конструкции;

2) уровень глаз обучаемых при вертикальном расположении экрана ВДТ должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана;

3) не допускается вместо специального стула использовать табуретки, скамейки без опоры спины.

Согласно СанПиНу режимы труда и отдыха при работе с ВДТ и ПЭВМ зависят от вида и категории трудовой деятельности. При этом виды трудовой деятельности делят на три группы (**А**, **Б** и **В**). К группе **А** относят работы по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом; **Б** – работа по вводу информации; **В** – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. Для указанных видов трудовой деятельности устанавливаются три категории (I, II и III)

тяжести и напряжённости работы с ВДТ и ПЭВМ. Например, для группы **А** категории I-III определяются по суммарному числу за рабочую смену, но не более **60000** знаков за смену (СанПиН 2.2.2 542–96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ»).

Для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений и учителей общеобразовательных школ СанПиНом устанавливается длительность работы в дисплейных классах и кабинетах информатики не более *4 часов* в день, а для инженеров, обслуживающих учебный процесс в этих кабинетах, – не более *6 часов* в день.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочей смены. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5...10 минут. Глаза начинают уставать уже через час после непрерывной работы с компьютером. Снимать утомление глаз можно даже во время работы, в течение нескольких секунд поворачивая ими по часовой стрелке и обратно. Это следует чередовать с легкими гимнастическими упражнениями для всего тела (Прил. 16–18 СанПиНа). Ежедневная работа высокой интенсивности и с нервно-эмоциональным напряжением по 12 и более часов не допускается.

Медики и гигиенисты единодушны: опасайтесь компьютеров.

СанПиНом предусмотрено не допускать к непосредственной работе с ВДТ и ПЭВМ лиц, имеющих общие и специфические медицинские противопоказания (катаракта, глаукома, дистония и другие заболевания глаз). Согласно приказу Минздравмедпрома РФ от 14.03.96 г. профессиональные пользователи должны проходить обязательные (при поступлении на работу) и периодические (один раз в год) медицинские осмотры. Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью не допускаются к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ и ПЭВМ. Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.0.004–90. В инструкции должны быть отражены безопасные приемы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы. К самостоятельной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются сотрудники, изучившие порядок их эксплуатации, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте и аттестацию по электробезопасности с присвоением второй квалификационной группы.

4. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1. Защита воздушного бассейна

Источники загрязнения атмосферы

В проблеме техногенного изменения окружающей среды первостепенное значение имеет загрязнение атмосферы. Это связано с приоритетным значением воздушной среды для жизнедеятельности подавляющего числа организмов. Содержание в воздухе различных веществ, в том числе токсичных, приводит к накоплению их, в частности, в человеческом организме. Действительно, в течение суток человек потребляет около 20 м^3 (15 кг) воздуха. Во-вторых, из-за высокой скорости диффузных процессов в атмосфере, а также переноса воздушных масс выбросы вредных веществ могут в течение короткого времени перемещаться на большие расстояния в сотни и тысячи километров, что приводит к глобальному загрязнению почвы, растительности, поверхностных вод, морей и океанов. Важное значение атмосферных загрязнений сказывается также на трансформации солнечного излучения, причём в этом случае решающее значение могут приобрести не основные загрязнители, а такие, как метан, фреоны. Основными источниками антропогенного загрязнения атмосферы являются производители энергии, чёрная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, автотранспорт, предприятия строительных материалов.

Классификация выбросов по составу проводится в соответствии с ГОСТ 17.2.1.01–76. Выбросы в атмосферу из источников загрязнения характеризуются по четырём признакам:

- по агрегатному состоянию: газообразные (А), жидкие (К), твёрдые (Т);
- по химическому составу: $\text{SO}_2(01)$, $\text{CO}(02)$, $\text{NO}_x(03)$ и т. д.;
- по размеру частиц (м): менее $0,5 \cdot 10^{-6}(1)$, $0,5 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-6}(2)$, $3 \cdot 10^{-6} \dots 10 \cdot 10^{-6}(3)$; $10 \cdot 10^{-6} \dots 50 \cdot 10^{-6}(4)$, свыше $50 \cdot 10^{-6}(5)$;
- по массе вещества (кг/ч): менее 1(1), 1...10(2), 10...100(3), 100...1000(4), 1000...10000(5), >10000(6).

Например, выброс из смеси оксида углерода с массой 60 кг/ч и паров ароматических углеводородов с массой 5 кг/ч индексируется как

A.02.0.3.A15.0.2.

Контроль загрязняющих веществ в атмосфере

Для определения содержания вредных веществ в воздухе используют преимущественно химические неавтоматические методы. Эти методы основаны на том, что загрязнённый воздух пропускают через определённый реагент, адсорбирующий контролируемые вещества, а затем эти вещества анализируются. Переход к непрерывному контролю уровней загрязнения атмосферы возможен лишь с помощью автоматических газоанализаторов. Их применение позволит существенно увеличить объём информации и обоснованно делать вывод о закономерностях изменения концентраций загрязняющих веществ, организовать оперативный контроль загрязнения атмосферы и эффективнее проводить мероприятия по уменьшению отрицательного воздействия на окружающую природную среду. Автоматические газоанализаторы целесообразно сочетать с дистанционными методами определения загрязняющих веществ. В основе большой группы этих методов лежит использование различных параметров электромагнитного излучения. По физическим принципам принято выделять два основных способа: измерение излучения (собственного или вынужденного) исследуемых атомов и молекул и измерение ослабления излучения от естественных или искусственных источников при прохождении через вещество. При этом линии спектра являются признаком атомов и молекул, и по ним производится идентификация вещественного состава. Интенсивность линий служит мерой количества или концентрации вещества. Для контроля чистоты атмосферы рекомендуются следующие методы:

- электрохимические методы. Их достоинства: недороги, просты в эксплуатации. Среди недостатков – невысокая стабильность электролита и небольшой срок службы электролитического элемента. Методом кулонометрии можно определить SO_2 , NO_x , O_3 , Cl_2 ; потенциометрии – HF и пары кислот;

- оптические методы, достоинством которых является быстрота, надёжность в определении, возможность дистанционных измерений. Недостатками методов является чувствительность оптики к вибрации, отсутствие надёжной электронной схемы, конденсация загрязняющих веществ на поверхности оптики приборов. Определяемые вещества: методом жидкостной фотоколориметрии определяются SO_2 , NO_x , O_3 , HF ; методом ленточной фотоколориметрии определяют SO_2 , CO , HF ; оптико-акустическим методом – CO ; оптической спектрометрии – SO_2 , CO , NO_x , O_3 ; светопоглощения рассеивания – аэрозоли; пламенной фотометрии – SO_2 ;

- пламенно-ионизационный способ – для суммарного определения органических примесей (углеводородов). Основным его недостатком является отсутствие селективности, в то время как существующие санитарные нормы предусматривают индивидуальное определение каждого вещества.

Гигиенические основы нормирования содержания загрязняющих веществ в атмосфере населённых пунктов

Возможность влияния атмосферных загрязнений на окружающую среду и условия комфорта людей, возможность круглосуточного и длительного воздействия на население определили особенности принципов, критериев и методов гигиенической оценки веществ в атмосфере населённых мест. Нормирование допустимого содержания химических факторов основано на представлении о наличии порогов в их действии. При нормировании используют принцип лимитирующего показателя. Согласно этому принципу нормирование проводится по наиболее чувствительному показателю. Например, если запах вещества ощущается при концентрациях, которые не оказывают вредного влияния на человека и окружающую среду, то нормирование производят с учётом порога обонятельного ощущения. Если же вещество оказывает на объекты окружающей среды (животных или растения) вредное действие в меньших концентрациях, чем на организм человека, то при нормировании исходят из действия вещества на природные объекты. Нормативные величины ПДК были установлены по степени их осреднения: мгновенные, среднесуточные, среднемесячные, среднегодовые. Обоснование максимально разовой ПДК загрязняющих веществ осуществляется в эксперименте с людьми, кратковременно (5÷20 мин.) вдыхающими воздух с содержанием малых концентраций изучаемого вещества, безопасных для организма человека.

Для установления среднесуточных ПДК проводят токсикологический эксперимент на животных. Результаты, полученные в опытах на животных, переносят на людей. Полученные данные свидетельствуют о том, что при длительном воздействии малых концентраций загрязняющих атмосферу веществ (в течение 3...4 мес.) в организме животных развиваются неспецифические изменения со стороны центральной нервной системы, системы крови, ферментных систем, системы гормонов.

Допустимые выбросы в атмосферу

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу из различных промышленных источников в виде газов или аэрозолей, вследствие диффузии перемешиваются с чистым воздухом до полного рассеивания. Этот процесс рассеивания вредных веществ в атмосфере достаточно хорошо изучен, и коэффициенты разбавления примеси вредных веществ в атмосфере могут быть рассчитаны с достаточной точностью для всех видов источников и типичных метеорологических условий.

Предельно допустимый выброс (ПДВ, г/с) определяется (в г/с) как произведение коэффициента метеорологического разбавления K_p ($\text{м}^3/\text{с}$) на значение допустимой концентрации (ПДК, $\text{мг}/\text{м}^3$) в атмосфере:

$$\text{ПДВ} = K_p \cdot 10^{-3} (\text{ПДК} - C_{\text{ф}}),$$

где $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация вещества, для которого определяется ПДВ.

При расчёте ПДВ и K_p учитывают следующие параметры:

- характеристику источников выбросов (высокая одиночная труба, группа труб, объём и температура выбрасываемых из них газов, низкие или наземные источники);
- свойства выбрасываемой вредной примеси (осаждение на поверхность земли, период полураспада и период полувыведения примеси из атмосферы, миграция по пищевым цепочкам);
- метеорологические параметры атмосферы (скорость и направление ветра, повторяемость штилей, характер стратификации изменения температуры с высотой, осадки);
- топографические особенности района (возвышенность или низина, водоёмы, растительность, застройка).

Кроме фоновых концентраций загрязняющих веществ, необходимо учитывать возможные выбросы при развитии данного и строительстве новых предприятий.

Если в воздухе населённых пунктов (городов, рабочих посёлков) концентрации вредных веществ превышают предельно допустимые, а ПДВ в настоящее время не может быть достигнут, вводится поэтапное уменьшение выбросов вредных веществ от действующих предприятий до значений, соответствующих нормам качества воздуха или до полного предотвращения выбросов. На каждом этапе до обеспечения ПДВ устанавливают временно согласованные выбросы (ВСВ) вредных веществ на уровне выбросов предприятий с наиболее совершенной технологией производства, аналогичных по мощности и технологическим процессам. Значения ВСВ выше расчётных значений ПДВ и допускаются временно лишь для действующих предприятий. Для проектируемых предприятий ВСВ не устанавливаются.

Санитарно-защитная зона

Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий установлено, что предприятия, являющиеся источниками выделения вредных и неприятно пахнущих веществ в окружающую среду, следует отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Санитарно-защитной зоной (СЗЗ) следует считать пространство между промышленной площадкой, на границе которой должны соблюдаться концентрации, не превышающие 0,3 ПДК вредных веществ для воздуха рабочей зоны, и границей, на которой обеспечивается соблюдение ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населённых мест.

Границы санитарно-защитной зоны устанавливают:

- от источников сосредоточенных выбросов – труб, шахт;
- от источников рассредоточенных выбросов – аэрационных фонарей зданий, низких труб на зданиях;
- от мест загрузки и разгрузки сырья или открытых складов;
- от мест открытого хранения жидких и твёрдых отходов, золоотвалов.

При установлении границ санитарно-защитной зоны нужно исходить из того, что границы этих зон устанавливают при одном источнике выброса – непосредственно от этого источника; при группе источников, сводящихся в одну точку (центр их группирования), – от этой точки (центра); при группировании рассредоточенных по территории предприятия источников (не сводящихся в одну точку) – от точки, от которой производится расчёт суммарной концентрации вредных веществ.

СЗЗ не может рассматриваться как резервная зона предприятия и использоваться для расширения промышленной площадки. Вместе с тем эта зона не может служить и территорией перспективного развития жилой застройки населённого пункта. В качестве дополнительной меры обеспечения безопасности населения для уменьшения числа подвергаемых действию вредных химических веществ людей специальными решениями устанавливаются зоны разрыва между промышленными площадками предприятий с особо опасными выбросами и крупными населёнными пунктами. Такое же решение может приниматься и для предприятий, на которых имеется определённая вероятность загрязнения среды при авариях, т. е. предприятий с повышенным экологическим риском.

Мероприятия по защите воздушного бассейна на промышленных предприятиях

При эксплуатации предприятий чистоту воздушного бассейна (в соответствии с требованиями «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий») можно поддерживать следующим комплексом мероприятий:

- применением эффективных очистных аппаратов (оборудования) и сооружений;
- соблюдением при эксплуатации принятых в проектах регламентов работы очистных сооружений, постоянного контроля за их работой; сохранением чистоты воздушного бассейна при ремонте очистных сооружений, труб, шахт, аэрационных фонарей с указанием сезонов и очередности ремонта;
- снижением выбросов вредных химических веществ и предотвращением залповых выбросов при особо опасных метеорологических условиях, переходом на более качественное сырьё и топливо (с меньшими выделениями вредных химических веществ в атмосферу);
- сокращением наиболее вредных производств.

Одним из основных способов снижения воздействия промышленного производства на воздушную среду является повышение эффективности очистки и обезвреживания воздушных выбросов. Существуют различные схемы классификации процессов очистки и обезвреживания выбросов в воздушную среду. Рассмотрим процессы пылеочистки и очистку выбросов от газообразных компонентов.

Пылеулавливание. *Пылеулавливанием* называются операции улавливания пыли в местах её выделения и скопления посредством местных отсосов вытяжной вентиляционной системы (зонтов, рукавов, кожухов, вытяжных шкафов) с последующей очисткой запылённого воздуха (газов) в аппаратах-пылеуловителях. Очищенный от пыли воздух (газы) выбрасывается в атмосферу, подвергается дальнейшей очистке от газовых составляющих либо снова направляется полностью или частично в технологический процесс для повторного использования.

Существуют две основные системы пылеулавливания: технологическая и санитарная. Первая предназначена для очистки от пыли воздуха или газов, используемых для технологических целей (например, пневмотранспорт), вторая – для защиты воздушного

бассейна от загрязнения вредными химическими веществами, радионуклидами, биологически активными соединениями.

Современные аппараты обеспыливания воздуха (газов) можно подразделить на четыре группы:

1. Механические обеспыливающие устройства, в которых пыль отделяется под действием сил тяжести, инерции, центробежной силы.
2. Мокрые, или гидравлические, аппараты, в которых твёрдые частицы улавливаются жидкостью.
3. Пористые фильтры, на которых оседают частицы пыли.
4. Электрофильтры. В них частицы осаждаются в неоднородном электрическом поле высокой напряжённости.

Механический (сухой) способ реализуется через следующие воздействия и соответствующие аппараты:

- осаждение частиц пыли под действием гравитационного поля Земли из медленно движущегося потока воздуха (газов);
аппараты – пылеосадительные камеры;
- концентрации пыли в ограниченной части потока воздуха под действием сил инерции движущихся частиц пыли;
аппараты – инерционные жалюзийные пылеуловители, ротоклоны;
- осаждение частиц пыли под действием центробежной силы из потока воздуха, совершающего вращательное движение;
аппараты – центробежные пылеуловители (простые и батарейные циклоны).

Механический (мокрый) способ реализуется следующим образом:

- смачивание частиц пыли водой и осаждение их из воздушного потока;
аппараты – мокрые циклоны и циклоны-промыватели, центробежные скрубберы, плёночные пылеуловители, скрубберы с насадкой;
- фильтрование запылённого воздуха через слой воды и пены;
аппараты – пылевые водяные и пенные фильтры.

Фильтрационный сухой способ реализуется следующим образом:

- ситовой эффект, адгезионные процессы, физико-химическое взаимодействие частиц осаждаемой примеси;
аппараты – зернистые загрузки, тканевые фильтры, сетки, волокнистые фильтры.

Электрический способ реализуется через:

- зарядение частиц пыли отрицательными электрическими зарядами и осаждение их на положительно заряженных электродах;
аппараты – электростатические пылеосадители (сухие и мокрые) – электрофильтры.

Газоочистка. Под газоочисткой понимаются процессы очистки газов (воздуха) от газообразных химических примесей, содержащихся в очищаемом газовом (воздушном) потоке. Для очистки (газов) воздуха от газообразных примесей наиболее часто используют три группы процессов:

- 1) поглощение газов при их промывке жидкостями – абсорбция;
- 2) поглощение газов твёрдыми телами – адсорбция;
- 3) окислительно-восстановительные процессы, в результате которых образуются новые экологически менее опасные продукты.

Особое место занимают биологические (биохимические, биотехнологические) процессы очистки загрязнённого воздуха. Наиболее эффективно эти методы могут быть использованы для очистки воздуха от дурнопахнущих веществ. Дурнопахнущие загрязнения воздуха образуются в результате множества различных процессов. Молекулы, служащие источником зловония, часто являются органическими и поэтому могут быть подвергнуты микробной деградации. Реакторы биоочистки, используемые в настоящее время, можно подразделить на «мокрые» и «сухие». «Мокрый» реактор, или биоскруббер, работает как реактор с насадкой и противотоком жидкости (очень часто в качестве такой жидкости используют сточные воды) и загрязнённого воздуха (загрязнённого газа). Расход жидкости таков, что образующаяся биоплёнка имеет ограниченный рост. Дурнопахнущие компоненты переносятся из воздуха в жидкость, как в любом обычном скруббере, а затем окисляются микроорганизмами, формирующими биоплёнку. Основные преимущества этого процесса таковы: эффективность поглощения велика, так как биоокисление снижает концентрацию в жидкости молекул, служащих источником запаха, практически до нуля, тем самым усиливая массоперенос из газовой фазы; объём жидкой фазы, необходимой для поглощения, резко снижается; параллельно решается проблема обезвреживания и утилизации сточных вод.

«Сухой» реактор представляет собой реактор с насадкой из биоактивного сорбирующего материала (например: компост, торф). Загрязнённые газы продуваются через слой насадки. Конечно, биологические методы очистки ограничены составом удаляемых (биоразлагаемых) веществ. Их нельзя в настоящее время рекомендовать

для очистки воздуха от кислотосодержащих газов (хлористый и фтористый водород, диоксид серы и многие другие распространённые загрязняющие вещества).

4.2. Очистка и обезвреживание сточных вод

Промышленные предприятия потребляют большие количества чистой (свежей) воды. Она используется в производственном цикле, на вспомогательных участках, для бытовых целей. Вода может быть средой для проведения химических реакций, охлаждающим агентом в теплообменной аппаратуре, её используют для мытья полов, оборудования. Взаимодействуя с химическими веществами в технологическом цикле, вода в конечном счёте «обогащается» и превращается в сточную воду.

Выделяют следующие группы сточных вод:

- производственные (ПСВ);
- бытовые (включая хозфекальные БСВ);
- атмосферные (АСВ), формирующиеся за счёт атмосферных осадков (дождь, снег), поступающих на территорию предприятия. В зависимости от содержания в них химических веществ АСВ могут быть или сильно загрязнёнными, или содержащими загрязняющие вещества в небольших количествах.

Производственные сточные воды также можно разделить на две большие группы: содержащие загрязняющие вещества и условно чистые. Воды первой группы должны быть подвергнуты очистке на специальных сооружениях, так называемых станциях химической очистки. Вторая группа может быть использована в цикле оборотного водоснабжения. Воды первой группы ещё подразделяют на реакционные и промывные. Условно чистые – это в основном охлаждающие воды.

По фазово-дисперсионной характеристике ПСВ делятся:

- I группа (растворимые примеси размером $10^{-5} \dots 10^{-4}$ м);
- II группа (коллоидные растворы – системы);
- III группа (растворённые газы и растворённые органические вещества);
- IV группа (вещества, диссоциирующие на ионы).

По типам производств: нефтепереработка, получение синтетических смол, получение минеральных солей, прочие производства.

По загрязняющим веществам: кислоты, щёлочи, соли, масла, смолы, фенолы, ПАВ и др.

Для отведения сточных вод от мест их образования существуют специальные канализационные сети (системы). Режим поступления сточных вод в наружную канализационную сеть промышленного предприятия и их количество зависят от многих условий: мощности предприятия, числа рабочих смен, вида исходного сырья, технологии производства, числа единиц производственного оборудования, а также режима его работы, удельного расхода воды на единицу продукции. Вследствие этого на предприятиях одного и того же производственного профиля сточные воды имеют неодинаковый состав и поступают в канализацию с различной степенью неравномерности.

Оценивая сточные воды, сбрасываемые в водные источники, важно учитывать вид водопользования этого источника. Различают хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование. Состояние воды оценивается тремя группами показателей: санитарно-токсикологическими, общесанитарными и органолептическими. По каждой группе выявляется критический лимитирующий показатель вредности. Общелимитирующим считается лимитирующий показатель той группы, которая является определяющей с точки зрения категории водопотребления-водопользования.

В соответствии с ГОСТ 17.1.1.01–77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения» для характеристики воды используется комплексный показатель – индекс качества воды (ИКВ). ИКВ – обобщённая числовая оценка качества воды по совокупности основных показателей и видам водопользования. Наиболее разработанным является общесанитарный ИКВ – I_{oc} . Этот показатель строится на основании экспертных процедур и равен

$I_{oc} = 4,5$ – вода пригодна для всех видов водопользования;

$I_{oc} = 2,5 \dots 4$ – пригодна для рыбохозяйственного водопользования, но требует стандартной очистки для хозяйственно-питьевого водопользования;

$I_{oc} = 1,5 \dots 2,5$ – пригодна для рыбохозяйственного использования, кроме использования для ценных видов рыб, для остальных видов водопользования непригодна;

$I_{oc} < 1,5$ – непригодна для любого вида водопользования.

Рассмотрим параметры, составляющие ИКВ. Для санитарно-гигиенической оценки воды наибольший вес имеет параметр коли-индекс. Он характеризует число кишечных палочек в 1 мл воды. Запах – типичный органолептический показатель, оцениваемый по 5-балльной

шкале. Показатель БПК₅ – биологическое (или биохимическое) потребление кислорода, т. е. израсходованное за определённый промежуток времени (5 дней) на аэробное биологическое разложение органических веществ, содержащихся в анализируемой пробе воды. Методы введения кислорода в воду различны: разбавление (кислород вводится растворённым в воде); манометрический – ввод и измерение убыли газообразного кислорода; кулонометрический – израсходованный кислород пополняется электролизом воды. Величина БПК измеряется в мг О₂/л. Кислотность воды характеризуют показателем pH. Цветность воды определяют в нефilterованной пробе воды сравнением анализируемой пробы со стандартной окраской. Взвешенные вещества, общую минерализацию и содержание хлоридов, сульфатов и др. выражают в мг/л.

Наряду с показателем БПК очень широко применяется показатель химической потребности в кислороде – ХПК. Определяется окислением пробы 0,2 %-м раствором бихромата калия при кипячении. Автоматические приборы для определения ХПК сточных вод основаны на фотометрическом измерении пробы на реакцию $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} \rightarrow \text{Cr}_2^{+3}$. Специфические загрязняющие вещества (например: фенолы, соли тяжёлых металлов и др.) оцениваются значением предельно допустимой концентрации (ПДК).

Методы очистки и обезвреживания производственных сточных вод

При классификации методов очистки и удаляемых примесей в качестве классификационных признаков чаще всего используют:

- физико-химическую сущность методов, применяемых при очистке (без учёта характера удаляемых примесей и изменения их состояния в процессе очистки);
- характер подлежащих удалению примесей (без учёта их состояния в результате очистки);
- изменение состояния примеси в процессе очистки.

Более привычная классификация: механические, физико-химические, химические, биохимические и биологические методы очистки, а также методы захоронения сточных вод.

Механические методы очистки сточных вод. Традиционно в группу методов механической очистки включают процеживание, отстаивание, осветление во взвешенном слое осадка, фильтрование, центробежные методы.

Захоронение сточных вод. Высококонцентрированные и токсичные сточные воды многих отраслей промышленности, например: концентрированные рассолы установок опреснения; сточные воды, содержащие металлоорганические, в частности, ртутьорганические соединения, для которых ещё не разработаны достаточно эффективные и экономичные методы, – могут быть захоронены в глубоких подземных горизонтах. При использовании подземного захоронения сточных вод требуется гидрогеологическое обоснование возможности применения этого метода, поскольку существует вероятность загрязнения этими водами водоносных горизонтов.

4.3. Утилизация твёрдых отходов

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья. Утилизацию можно подразделить на первичную, вторичную и смешанную. Под первичной утилизацией подразумевается использование отходов в различных отраслях промышленности без предшествующей глубокой физико-химической переработки; под вторичной – использование продуктов специальной переработки отходов. В результате процессов вторичной утилизации образуются продукты иного состава, чем исходные отходы. Утилизация смешанного типа включает в себя как первичную, так и вторичную утилизацию. По степени использования компонентов отходов утилизацию можно разделить на полную и частичную (неполную). В первом случае отходы используются целиком.

Первичная утилизация отходов. Наиболее широко первичная утилизация отходов может быть реализована в промышленности строительных материалов. Так, при получении цемента в качестве исходного сырья применяют доменные шлаки и бокситовые шламы, колчеданные огарки, колошниковую пыль, пиритные огарки, а также многие другие компоненты (промышленные отходы). В качестве минерализаторов в процессах обжига клинкера используют фосфогипс, электротермофосфорные шлаки и другие продукты. Использование фосфогипса в смеси с пиритными огарками интенсифицирует процесс обжига портландцементного клинкера, снижает температуру процесса и повышает качество получаемого сырья по сравнению с традиционными процессами. В первичную утилизацию могут быть вовлечены отходы пластмасс. Их можно после сортировки переплавлять в изделия или использовать в качестве наполнителей лёгких бетонов. Ограничением

для первичной утилизации отходов является опасность их воздействия на человека и живые объекты природной среды. Так, в строительстве необходимо проверять получаемые из отходов детали и изделия на токсичность и радиационную активность, следует также учитывать изменение свойств продукции с течением времени, например растрескивание стеновых панелей. Первичная утилизация опасных отходов, например, содержащих ртуть, кадмий, свинец и ценные металлы, маловероятна. В этом случае отходы перед утилизацией разделяют на фракции, что представляет собой уже вторичную утилизацию.

Вторичная утилизация отходов. При такой утилизации отходы подвергаются глубокой переработке. Так, органические и древесные отходы, смолы, пеки и концентрированные сточные воды могут быть полностью переработаны на товарную муравьиную или уксусную кислоты. Техничко-экономические расчёты показали, что себестоимость уксусной кислоты, полученной в результате окисления воздухом органических отходов, примерно в 4 раза ниже себестоимости кислоты, получаемой в промышленности через ацетальдегид, и в 1,5 раза меньше, чем при синтезе её карбонилированием метанола. Процессы утилизации эффективны для отходов нефтепереработки и нефтехимии (например, кислых гудронов), отходов резины и резинотехнических изделий, шин, пластмассовых отходов.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Девисилов В. А. Охрана труда: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 400 с.
2. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. – М.: Высш. шк., 2005. – 606 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пособие для вузов /П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв и др. – М.: Высш. шк., 2001. – 431 с.
4. Безопасность и охрана труда: Учеб. пособие для вузов / Н. Е. Гарнагина, Н. Г. Занько и др. – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2001. – 279 с.
5. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. проф. Э. А. Арустамоваа. – М.: Изд-во «Дом Дашков и К», 2000. – 678 с.

6. Гринин А. С, Новиков В. Н. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. – М.: ФАИР-ПРЕСС. 2002. – 288 с.

7. Ушаков К. З., Каледина Н. О., Кирин Б. Ф., Сребный М. А. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / Под ред. К. З. Ушакова. – М: Изд-во МГУ, 2000. – 430 с.

Дополнительная

1. Буралев Ю. В., Павлова Е. И. Безопасность жизнедеятельности на транспорте: Учебник для вузов. – М: Транспорт, 1999. – 200 с.

2. Денисенко Г. Ф. Охрана труда. – М.: Высш. шк., 1985. – 213 с.

3. Жиллов Ю. Д., Куценко Г. И. Справочник по медицине труда и экологии. – М: Высш. шк., 1995. – 175 с.

4. Трудовой кодекс Российской Федерации. – М.: Проспект, 2003. – 112с.

5. Козлитин А. М., Яковлев Б. Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера: Учеб. пособие / Под ред. А. И. Попова. – Саратов: Сар. гос. тех. ун-т, 2000. – 124 с.

6. Охрана труда в вычислительных центрах: Учеб. пособие для студентов / Ю. Г. Сибаров и др. – М.: МАЛИКО, 1990. – 192 с.

7. Протасов В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учеб. и справ. пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.

8. Эргономика и безопасность труда / Под ред. К. П. Боброва-Голикова и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 301 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ...5	
1.1. Понятия и определения	5
1.2. Объект (предмет) изучения в «Безопасности жизнедеятельности»	10
1.3. Законодательство по охране труда.....	18
1.4. Управление охраной труда	30
1.5. Ответственность за нарушение требований по безопасности труда	36
1.6. Планирование мероприятий по охране труда	37

1.7. Экономические механизмы управления безопасностью труда	41
1.8. Психофизиологические основы безопасности труда	48
1.9. Виды и условия трудовой деятельности человека	53
1.10. Основные психологические причины травматизма	64
1.11. Эргономические основы безопасности труда	67
1.12. Причины производственного травматизма и заболеваемости	76
1.13. Методы анализа травматизма	77
1.14. Относительные показатели производственного травматизма и заболеваемости	78
1.15. Профессиональная пригодность человека	79
2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ	81
2.1. Воздушная среда	81
2.2. Производственное освещение	95
2.3. Защита от шума и вибрации	98
2.4. Защита от воздействия электромагнитных полей	102
2.5. Защита от ионизирующих излучений	108
3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	117
3.1. Опасные механические факторы	117
3.2. Опасные термические факторы	126
3.3. Электробезопасность	128
3.4. Пожаровзрывобезопасность	150
3.5. Организация безопасной работы на персональных компьютерах и видеодисплейных терминалах	163
4. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	172
4.1. Защита воздушного бассейна	172
4.2. Очистка и обезвреживание сточных вод	180
4.3. Утилизация твёрдых отходов	183
ЛИТЕРАТУРА	184