

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Ю.Г.САПРОНОВ, А.Б.СЫСА, В.В.ШАХБАЗЯН

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Допущено
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
среднего профессионального образования*

Москва

ACADEMA
2003

УДК 614.8.084
ББК 68.9
С197

Авторы:

/О.Г. Сапронов - разд. 1.4-1.6; 2.1; 2.2; 2.7; 2.8; 7.6; 8.3; 8.5; гл. 4; 5;
А.Б.Сыса — предисловие; разд. 1.8; 1.9; 2.3—2.6; 7.3; 7.5; 8.4;
В. В. Шахбазян — разд. 1.1—1.3; 8.7; гл. 3; 6;
Ю. Г. Сапронов и В. В. Шахбазян — разд. 7.1; 7.2; 8.6;
Ю. Г. Сапронов и А. Б. Сыса — разд. 1.7; 7.4

Рецензенты:

чл.-корр. Международной Академии наук экологии
и безопасности жизни при ЮНЕСКО, канд. техн. наук,
доц. кафедры СПСШ ШИ ЮРГТУ (НПИ) Ю.К.Тябин;
директор ГОУСПО «Новочеркасский автотранспортный
колледж» А. В. Силкин

Сапронов Ю.Г.

С197 Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для студ.
учреждений сред. проф. образования / Ю.Г.Сапронов,
А. Б. Сыса, В. В. Шахбазян. — М.: Издательский центр «Ака-
демия», 2003. — 320 с.

ISBN 5-7695-1105-2

Изложены основные сведения о взаимодействии человека и среды обитания, человека и технических систем, об охране труда и экологии. Дано представление о чрезвычайных ситуациях, мероприятиях и средствах защиты населения от опасных воздействий. Рассмотрены правовые, организационные и экономические вопросы безопасности жизнедеятельности, а также вопросы ее обеспечения при проектировании, строительстве и реконструкции предприятий.

Для студентов средних профессиональных учебных заведений; может быть полезно студентам вузов, обучающимся по специальностям гуманитарного и экономического профиля, а также по образовательным программам бакалавриата.

УДК 614.8.084
ББК 68.9

© Сапронов Ю.Г., Сыса А.Б., Шахбазян В.В., 2002
© Издательский центр «Академия», 2003

ISBN 5-7695-1105-2

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Безопасность жизнедеятельности» — обязательная общепрофессиональная дисциплина для всех специальностей среднего профессионального образования, в которой рассматриваются проблемы безопасного взаимодействия человека со средой его обитания (производственной, городской, бытовой, природной) и защиты от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций. Изучение дисциплины позволяет сформировать у учащихся представление о неразрывной связи профессиональной деятельности и отдыха человека с требованиями безопасности. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к эффективным действиям в экстремальных условиях.

Основная цель дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» — вооружить будущих выпускников средних специальных учебных заведений теоретическими и практическими навыками, необходимыми:

для идентификации опасностей техногенного происхождения в повседневных (штатных) и чрезвычайных ситуациях;

создания комфортных и безопасных условий жизнедеятельности человека в штатных условиях;

разработки и реализации мер защиты среды обитания от негативных воздействий;

проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов экономики в соответствии с требованиями безопасности и экологичности;

обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных бедствиях;

участия в работах по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций.

Дисциплина направлена на повышение технической, гуманитарной, правовой и природоохранной подготовки выпускников средних специальных учебных заведений. Она базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами при изучении социально-экономических, естественно-научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин.

В учебном пособии рассматриваются:
современное состояние и негативные факторы техносферы;

принципы обеспечения комфортности и безопасности взаимодействия человека со средой обитания;

анатомио-физиологические последствия для человека от воздействия травмирующих и вредных факторов, принципы их идентификации;

средства и методы повышения безопасности технических средств и технологических процессов;

основы применения экобиозащитной техники;

устойчивость функционирования объектов экономики и технических систем в чрезвычайных ситуациях;

прогнозирование чрезвычайных ситуаций;

разработка мероприятий по защите работающих и населения в чрезвычайных ситуациях и ликвидация последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий;

правовые нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности;

требования к операторам технических систем.

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

Основная цель безопасности жизнедеятельности как науки — защита человека, находящегося в техносфере, от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения, имеющих место в окружающей среде, а также достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Существует основная аксиома о потенциальной опасности окружающей человека среды, в том числе техносферы: «Все технические объекты и технологии кроме позитивных факторов неизбежно порождают негативные факторы».

Другие аксиомы сформулированы на основе анализа реальных ситуаций, событий и факторов.

Аксиома 1. Техногенные опасности существуют, если потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения.

Аксиома 2. Все элементы техносферы являются источниками техногенных опасностей.

Аксиома 3. Техногенные опасности действуют во времени и пространстве.

Аксиома 4. Техногенные опасности одновременно воздействуют на человека, природную среду и элементы техносферы.

Аксиома 5. Техногенные опасности приводят к ухудшению здоровья и окружающей среды, материальным потерям, травмам и деградации окружающей среды.

Аксиома 6. Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием технических объектов, являющихся источниками опасности, увеличением расстояния между источниками опасности, увеличением расстояния между источни-

ком опасности и объектом защиты, использованием защитных мер.

Аксиома 7. Необходимым условием достижения безопасности жизнедеятельности является компетентность людей в области существующих опасностей и способах защиты от них.

Комфортные условия жизнедеятельности достигаются путем введения критериев комфортности среды, окружающей человека, и последующего поддержания этих критериев на установленном уровне путем осмысленных целенаправленных воздействий на окружающую среду в целом и на объекты техносферы в частности.

Критериями безопасности техносферы являются ограничения, вводимые на концентрации веществ и потоки вещества, энергии, информации в среде обитания человека.

К перспективным научно-техническим задачам в области БЖД относятся:

описание жизненного пространства в критериях безопасности путем составления карт опасностей (карты концентраций токсичных веществ, полей энергетического воздействия, полей риска);

совершенствование и разработка методов и способов переработки и локализации отходов всех видов (выбросы, сбросы, энергетические поля и излучения), поступающих в атмосферу;

совершенствование и разработка новых средств экологической и биологической защиты от опасностей.

К организационно-техническим задачам в области БЖД относятся:

совершенствование экспертизы проектов по критериям безопасности и экологичности;

совершенствование контроля показателей экологичности технических систем и безопасности среды обитания;

оптимизация системы управления безопасностью жизнедеятельности на региональном и государственном уровнях.

Наука о безопасности жизнедеятельности находится в состоянии формирования. Она опирается на достижения и разработки в области охраны труда, окружающей среды и защиты в чрезвычайных ситуациях, на достижения в профилактической медицине, биологии и основывается на законах и подзаконных актах.

Глава 1

ЧЕЛОВЕК И СРЕДА ОБИТАНИЯ

1.1. Характеристика среды обитания человека

В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует с окружающей средой, образуя систему «человек — среда обитания». Действуя в этой системе, человек непрерывно решает как минимум две основные задачи: обеспечивает свои потребности в пище, воде и атмосфере; создает и использует защиту от негативных воздействий как со стороны среды обитания, так и со стороны себе подобных [2, 3, 10, 13, 16, 22].

Среда обитания человека характеризуется совокупностью физических, химических, биологических и социальных факторов, которые при определенных условиях способны оказывать прямое или косвенное (немедленное или отдаленное) воздействие на деятельность и здоровье человека.

Среда обитания тесно связана с понятием «биосфера Земли». Основателем современных представлений о сфере жизни (биосфере) является выдающийся русский ученый академик В.И.Вернадский (1863—1945). В старое, «узкое», понятие «биосфера» он вложил новое, более емкое содержание.

Биосфера — наружная оболочка (сфера) Земли, область распространения и существования жизни, включая все живые организмы и элементы неживой природы, составляющие среду их обитания.

Каждый уровень биосферы характеризуется присущими ему свойствами, а также свойствами входящих в него элементов — экосистем (рис. 1.1). *Экосистемы*, т.е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой их обитания, являются одним из основных предметов изучения экологии.

Экология — наука о взаимодействии живых организмов между собой, а также с окружающей средой.

Экосистема включает в себя два основных компонента: биоценоз (животные, растения, микроорганизмы) и экотоп (факторы неживой природы).

Биосферу можно представить как огромную, сложную экосистему, работающую в стационарном режиме на основе тонкой регуляции всех составляющих ее частей и процессов. Стабильность биосферы основывается на высоком разнообразии живых орга-

низмов, которые выполняют различные функции в поддержании общего потока веществ и распределения энергии, взаимосвязи биогенных и абиогенных процессов.

По мере освобождения от забот о пропитании человек все больше времени стал уделять обустройству своей среды обитания. При этом он постепенно утрачивал связь с природной средой, уходил от ее законов, обусловленных способностью экосистем существовать и развиваться при минимальном расходе энергии. Такое усиление антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду обусловило создание нового типа среды обитания — техносферы.

Появление техносферы привело к тому, что во многих регионах нашей планеты она стала активно замещать биосферу. На планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами. В наибольшей степени экосистемы разрушены в развитых странах Европы, Северной Америки и в Японии. Здесь естественные экосистемы сохранились в основном на небольших площадях и пред-

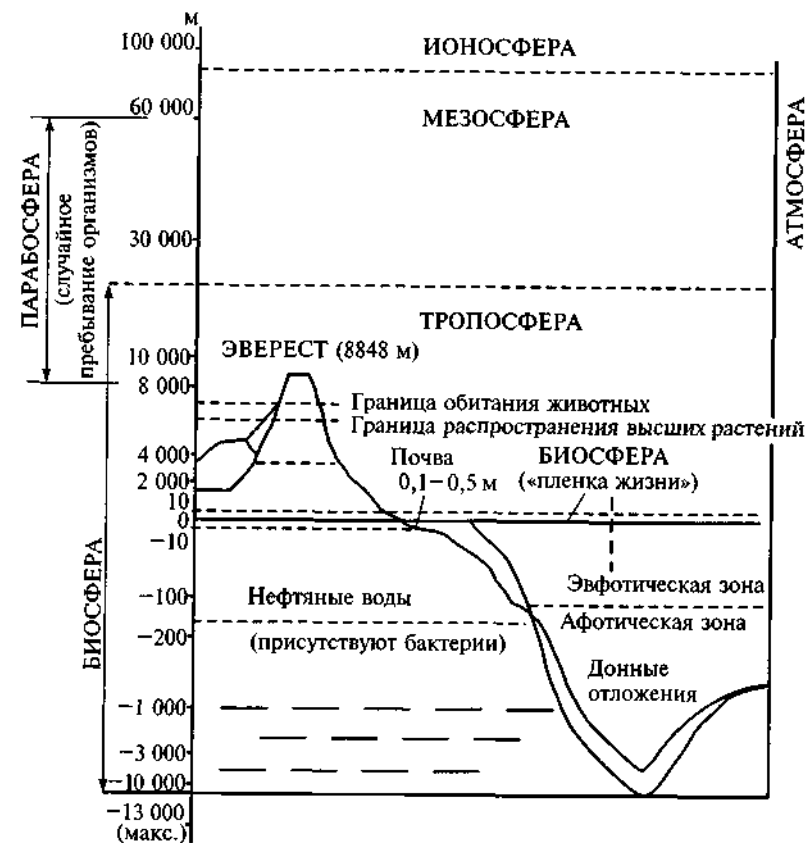


Рис. 1.1. Структура биосферы

ставляют собой небольшие «пятна» биосферы, которые подвержены сильному техносферному давлению.

Техносфера — участок биосферы, преобразованный в результате антропогенного или техногенного воздействия на среду обитания в соответствии с материальными и социально-экономическими потребностями человека.

Техносфера как среда жизнедеятельности человека включает в себя несколько характерных сфер: промышленную, сельскохозяйственную, транспортную, селитебную (жилую), социально-культурную и др. Совокупность отдельных элементов этих сфер, сосредоточенных на единой ограниченной территории, создает городскую среду.

Промышленная техносфера состоит из промышленных предприятий, сельскохозяйственная — из сельскохозяйственных предприятий. На предприятиях человек осуществляет хозяйственную деятельность в производственной среде.

Производственная среда — совокупность вещественных элементов и факторов технического и природного характера и социальных элементов, сформировавшихся под воздействием производительных сил и производственных отношений. Деятельность человека в производственной среде осуществляется на рабочих местах в определенных условиях, которые называются условиями труда.

Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, росту коммуникабельности, обеспечению защиты от естественных негативных воздействий. Все это благоприятно отразилось на условиях жизни и в совокупности с другими факторами положительно сказалось на продолжительности жизни людей.

Однако созданная руками и разумом человека техносфера, призванная максимально удовлетворять его потребности в комфорте и безопасности, не оправдала многие надежды. Появившиеся производственная и городская среды оказались далеки по уровню безопасности от допустимых требований.

Стремясь получить максимальные результаты от своей хозяйственной деятельности, современное человечество с его мощной техникой стало использовать не только огромные энергетические ресурсы биосферы, но и небюсферные источники энергии (ядерные, термоядерные), ускоряя тем самым геохимическое преобразование природной среды. Многие процессы, вызванные техногенной деятельностью человека, оказались противоположно направленными естественному ходу в биосфере (рассеивание металлов, освобождение углерода, нарушение процессов в атмосфере и т.д.).

На качественное изменение среды обитания в большой степени повлияли:

высокие темпы роста численности населения (демографический взрыв) и урбанизация;

рост промышленного производства, значительное увеличение потребления топливно-энергетических и минеральных **ресурсов**, увеличение числа транспортных средств;

химизация сельского хозяйства и быта человека;

неэкологичность многих технологических процессов, обусловленная большим количеством отходов;

техногенные аварии и катастрофы, стихийные бедствия и др.

Проблемы народонаселения и продовольствия до сих пор являются поводом для беспокойства о будущем планеты. В настоящее время стало очевидным, что рост населения неизбежно влечет за собой увеличение потребления всех видов ресурсов, рост объемов производства и количества отходов, усиление воздействия на среду обитания.

Сегодня остро стоит проблема земельных ресурсов, которые быстро уменьшаются. Так, площадь земель, подвергшихся антропогенному опустыниванию, достигла 1 млрд га, а с разрушенным почвенным покровом — свыше 2 млрд га.

Сильное воздействие на среду обитания оказывает *урбанизация* — резкое увеличение численности городского населения. Если в 1800 г. в городах проживало 2,4% всего населения, то сейчас во многих развитых странах — свыше 90% (рис. 1.2).

В некоторых странах (например, Англия, Нидерланды) площадь городов превышает 15% общей площади страны. Крупный город изменяет почти все составляющие природной среды: расти-

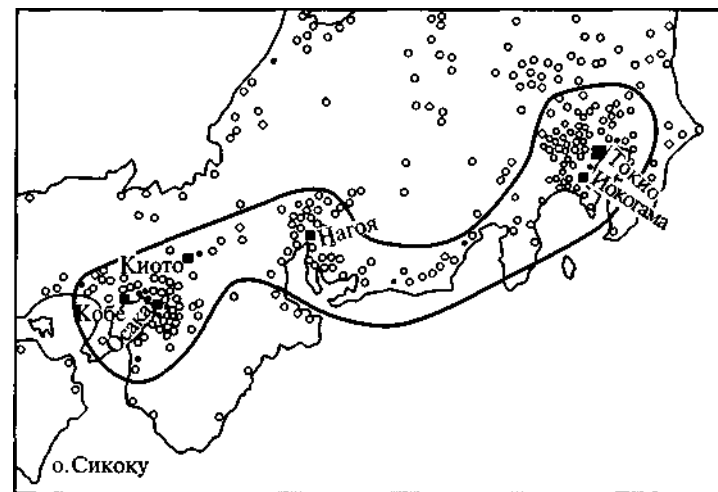


Рис. 1.2. Мегполис Токайдо (Япония) — населенные пункты с числом жителей:

- более 100 тыс. чел.;
- более 1 млн чел.;
- более 300 тыс. чел.;
- более 3 млн чел.

тельность, естественный рельеф, состав атмосферы, почвы, подземных и грунтовых вод. В городах изменены гравитационное, электромагнитное и другие поля Земли, наблюдается повышенный уровень загрязнения окружающей среды.

В настоящее время серьезными являются проблемы энергетики, сырьевых ресурсов и транспорта. По-прежнему актуальна проблема сохранения ресурсов минерального сырья во всем мире, обусловленная невиданным ростом добычи полезных ископаемых. За последние 40 лет из недр земли добыто около 100 % газа, 70 % нефти и 37% угля от добытого за всю историю человечества.

Важной задачей человечества сегодня является защита среды обитания от химических веществ. Развитие химической промышленности, а именно интенсивное использование химических веществ в сельском хозяйстве, привело к увеличению их неконтролируемого поступления в окружающую среду. В настоящее время существует около 60 тыс. различных веществ, которые не разрушаются в экосистемах. Многие химические вещества, в том числе пестициды (гербициды и др.), попавшие в почву, усваиваются растениями, попадают в организм животных или смываются водами и загрязняют реки, озера и другие водоемы, а следовательно, накапливаются в рыбе.

Одной из основных причин ухудшения среды обитания явилось внедрение в производство неэкологичных технологий, которое привело к резкому увеличению количества загрязнителей, попадающих на единицу продукции и содержащихся в промышленных отходах.

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в том случае, если потоки энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или среду.

В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены как элементами техносферы (машинами, сооружениями и т.п.), так и действиями человека. Изменяя величину любого потока от минимально значимой до максимально возможной можно получить ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек — среда обитания»:

комфортное (оптимальное), при котором потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: т.е. создают оптимальные условия деятельности и отдыха; создают предпосылки для проявления высшей работоспособности и, как следствие, продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостность компонентов среды обитания;

допустимое, при котором потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье,

но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека;

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

опасное, при котором потоки высоких уровней за короткий период времени могут травмировать человека, привести к летальному исходу, вызвать разрушения в окружающей среде.

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь комфортное и допустимое соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а вредное и опасное являются негативными или недопустимыми для жизнедеятельности человека, сохранения и развития окружающей (в том числе и природной) среды.

Разумным решением проблем техносферы является в настоящий период переход мирового сообщества к устойчивому развитию. Устойчивое развитие обеспечивают условия среды обитания, при которых основные запасы планетарной техносферы (население, земля, невозобновимые ресурсы, уровень загрязнения, капитал) будут находиться в состоянии динамического равновесия и оставаться постоянными. Понятие «устойчивое развитие» можно представить в виде нескольких аспектов.

Экологический аспект заключается в обеспечении гармонического развития человека и биосферы, создании ноосферы — сферы разума.

Научно-технический аспект включает в себя: теоретическую и практическую реализацию методов наиболее эффективного использования природных ресурсов; развитие малоотходных производств и биотехнологий; развитие альтернативных, экологически безопасных источников энергии.

Информационный аспект состоит в подаче обществу наиболее полной информации по безопасности жизнедеятельности.

Экономический аспект состоит в полном и эффективном использовании экономических механизмов в области экологии и безопасности жизнедеятельности.

Политико-правовой аспект включает в себя совершенствование правовых, экономических и административных методов защиты среды обитания.

1.2. Формы деятельности человека в производственной среде

Жизнедеятельность человека неразрывно связана с различными видами деятельности: трудом в производственной среде и в быту, активным или пассивным отдыхом, туризмом и др. [1, 2, 16].

Деятельность человека в производственной среде подразделяется на физический и умственный труд.

Физический труд характеризуется в первую очередь повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Физический труд, развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, имеет и ряд отрицательных последствий. Прежде всего это социальная неэффективность физического труда, связанная с его низкой производительностью и длительным отдыхом (до 50 % рабочего времени).

В соответствии с существующей физиологической классификацией трудовой деятельности различают следующие виды физического труда: требующий значительной мышечной активности; механизированный; связанный с полуавтоматическим и автоматическим производством; групповой (работа на конвейере); связанный с дистанционным управлением.

Труд, требующий значительной мышечной активности, имеет место при отсутствии механизации. При полуавтоматическом производстве человек выключается из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняет механизм. Задача человека при обслуживании станка ограничивается выполнением простых операций: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь. Характерные черты такого труда — монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала.

Конвейерный труд состоит из операций, заданных ритмом, строгой последовательностью их выполнения, автоматической подачи деталей к каждому рабочему месту с помощью конвейера. При этом, чем меньше интервал времени, затрачиваемый работающими на операцию, тем монотоннее работа, приводящая к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению.

Труд, связанный с дистанционным управлением производственными процессами и механизмами, включает человека в системы управления как необходимое оперативное звено. В случаях когда пульты управления требуют частых активных действий человека, внимание работника получает разрядку в многочисленных движениях или редывигательных актах. В случаях редких активных действий работник находится в основном в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

В санитарно-гигиенических нормативах и нормативных актах по охране труда уровень физической нагрузки на организм работающего и затраты мышечной энергии на выполнение работы определяются как категория тяжести труда (работ).

Различают следующие категории работ по тяжести труда: легкие, средней тяжести и тяжелые.

К легким физическим работам категории 1а относятся работы, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением с энергозатратами до 139 Вт (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, в сфере управления и др.).

К легким физическим работам категории 1б относятся работы, выполняемые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением, требующим энергозатрат не более 174 Вт (ряд профессий на предприятиях связи, в полиграфической промышленности и др.).

К работам средней тяжести категории 2а относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующим определенного физического напряжения (энергозатраты при выполнении работ не превышают 232 Вт). Работы категории 2а характерны для ряда профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.

К работам средней тяжести категории 2б относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением с затратами энергии до 290 Вт (ряд профессий в механизированных литейных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий).

К тяжелым физическим работам категории 3 относятся работы с затратами энергии более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (кузнецы ручнойковки, землекопы, дорожные рабочие, связанные с немеханизированной укладкой асфальтового покрытия и др.).

Умственный (интеллектуальный) труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующей преимущественного напряжения сенсорного мышления, эмоциональной сферы. Для данного вида труда характерна гипокинезия, т. е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящая к повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является одним из условий формирования сердечно-сосудистой патологии. Длительная умственная нагрузка оказывает угнетающее влияние на психическую деятельность — ухудшаются функции внимания (объем, концентрация, переключение), памяти (кратковременной и долговременной), восприятия (появляется большое число ошибок). Уровень психофизиологической нагрузки работника определяет напряженность труда.

Интеллектуальный труд подразделяют на операторский, управленческий, творческий, труд медицинских работников, пре-

подавателей, учащихся, студентов. Эти виды интеллектуального труда различаются организацией трудового процесса, равномерностью нагрузки, степенью эмоционального напряжения.

Работа оператора отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением. Например, труд авиадиспетчера характеризуется переработкой за короткое время большого объема информации и повышенной нервно-эмоциональной напряженностью.

Труд руководителей учреждений, предприятий (управленческий труд) определяется чрезмерным объемом информации, возрастанием дефицита времени для ее переработки, повышенной личной ответственностью за принятие решения, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Творческий труд — наиболее сложный вид трудовой деятельности, требующий значительного объема памяти, напряжения, внимания. Труд научных работников, конструкторов, писателей, композиторов, художников, архитекторов приводит к значительному повышению нервно-эмоционального напряжения. При таком напряжении, связанном с умственной деятельностью, можно наблюдать тахикардию, повышение кровяного давления, увеличение потребляемого кислорода, повышение температуры тела человека и другие изменения вегетативных функций.

1.3. Системы организма человека, предназначенные для восприятия факторов внешней среды

Человеку постоянно требуются сведения о состоянии и изменении внешней среды. Переработка и анализ получаемой информации дает основание для принятия поведенческих решений в любом виде деятельности человека. Возможность получать такую информацию, способность ориентироваться в пространстве и оценивать состояние и свойства среды обитания обеспечиваются анализаторами (сенсорными системами) человека [12, 13, 16].

Датчиками сенсорных систем являются специфические структурные нервные образования, называемые рецепторами. Они представляют собой окончания чувствительных (афферентных) нервных волокон, способные возбуждаться под действием раздражителя. Часть из них воспринимает изменения в окружающей среде (экстероцепторы), а часть — во внутренней среде организма (интероцепторы).

Выделяют группу рецепторов, расположенных в скелетных мышцах, сухожилиях и сигнализирующих о тонусе мышц (проприоцепторы).

Согласно психофизиологической классификации рецепторов, по характеру ощущений различают зрительные, слуховые, обоня-

тельные, осязательные рецепторы, рецепторы боли, рецепторы положения тела в пространстве (проприоцепторы и вестибуло-рецепторы).

Полученная рецепторами информация, закодированная в нервных импульсах, передается в центральные отделы соответствующих анализаторов и используется для контроля со стороны нервной системы, координирующей работу исполнительных органов.

Иногда поступающая информация непосредственно переключается на исполнительные органы. Такой принцип переработки информации заложен в основу многих безусловных рефлексов (врожденных, наследственно передающихся). Например, сокращение мышц конечностей, раздражаемых электрическим током, тепловой или химическими веществами, вызывает реакцию удаления конечности от раздражителя.

Человек обладает рядом специализированных периферических образований — органов чувств, обеспечивающих восприятие действующих на организм внешних раздражителей (из окружающей среды), к которым относятся органы зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания. Не следует смешивать понятия «орган чувств» и «рецептор» (например, глаз — это орган чувств, а сетчатка — фоторецептор, один из компонентов органа зрения). Помимо сетчатки в состав органа зрения входят преломляющие среды глаза, различные его оболочки, мышечный аппарат. Понятие «орган чувств» в значительной мере условно, так как сам по себе он не может обеспечивать ощущение. Для возникновения субъективного ощущения необходимо, чтобы возбуждение, возникшее в рецепторах, поступило в центральную нервную систему — специальные отделы коры больших полушарий, так как именно с деятельностью высших отделов головного мозга связано возникновение субъективных ощущений.

Зрение — это способность организма воспринимать форму, величину, цвет предмета, направление и расстояние, на котором он находится. Чтобы видеть форму предмета, надо четко различать его границы, очертания. Эта способность глаза характеризуется остротой зрения.

Острота зрения измеряется минимальным углом (от 0,5 до 10°), при котором две точки на расстоянии 5 м еще воспринимаются отдельно. Согласованное движение глаз совершается с помощью трех пар мышц, вращающих глазное яблоко, вследствие чего зрительные оси обоих глаз всегда направлены в одну точку фиксации. Глаз чувствителен к видимому диапазону спектра электромагнитных колебаний (380 — 770 нм).

Слух — это способность организма воспринимать и различать звуковые колебания, которая воплощается слуховым анализатором. Человеческому уху доступна область звука механических

колебаний с частотой 16...20000 Гц. Орган слуха — ухо — представляет собой воспринимающую часть звукового анализатора. Оно имеет три отдела: наружное, среднее, внутреннее. Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода, затянутого упругой барабанной перепонкой, отделяющей среднее ухо. В полости среднего уха расположены так называемые слуховые косточки: «молоточек», «наковальня» и «стремечко», связанные как бы в одну цепь. Они служат для передачи звуковых колебаний от барабанной перепонки во внутреннее ухо, где расположен орган, воспринимающий звук, называемый кортиевым. Механизм защиты слухового анализатора от повреждения при воздействии интенсивных звуков предусмотрен анатомическим строением среднего уха, системой слуховых косточек и мышечных волокон, которые являются механическим передаточным звеном, ответственным за появление акустического рефлекса блокировки звука в ответ на интенсивный звуковой раздражитель. Таким образом, орган слуха выполняет две функции: снабжает организм информацией и обеспечивает самосохранение — противостоит повреждающему действию акустического сигнала.

Обоняние — это способность организма воспринимать запахи, осуществляемая посредством обонятельного анализатора, рецептором которого являются нервные клетки, расположенные в слизистой оболочке верхнего и отчасти среднего носового ходов. Человек обладает различной чувствительностью к пахучим веществам. Снижение обоняния часто возникает при воспалительных и атрофических процессах в слизистой оболочке носа. В некоторых случаях нарушение обоняния является одним из существенных симптомов поражения центральной нервной системы.

Вкус — это ощущение, возникающее при воздействии раздражителей на специфические рецепторы, расположенные на различных участках языка. Вкусовое ощущение складывается из восприятия кислого, соленого, сладкого и горького; вариации вкуса являются результатом комбинации основных перечисленных ощущений. Разные участки языка имеют неодинаковую чувствительность к вкусовым веществам: кончик языка более чувствителен к сладкому, край языка — к кислому, кончик и край языка — к соленому, а корень языка наиболее чувствителен к горькому.

Осязание — это сложное ощущение, возникающее при раздражении рецепторов кожи, слизистых оболочек и мышечно-суставного аппарата. Основная роль в формировании осязания принадлежит кожному анализатору, который осуществляет восприятие внешних механических, температурных, химических и других раздражителей. Осязание складывается из тактильных, температурных, болевых и двигательных ощущений. Основная роль в ощущении принадлежит тактильной рецепции — прикосновению и давлению.

Кожа — это внешний покров тела, представляющий собой орган с весьма сложным строением и выполняющий ряд важных жизненных функций. Различают три слоя кожи: наружный (эпителиальный — эпидермис), соединительнотканый (собственно кожа — дерма) и подкожная жировая клетчатка. В коже имеется большое число кровеносных и лимфатических сосудов. Нервный аппарат кожи состоит из многочисленных пронизывающих дерму нервных волокон и нервных окончаний.

Кроме защиты организма от вредных воздействий кожа выполняет рецепторную, секреторную и обменную функции, играет значительную роль в терморегуляции и т.п. Растяжение, давление, ушибы обезвреживаются упругим жировым слоем и эластичностью кожи.

Важной функцией кожи является ее участие в терморегуляции (поддержание нормальной температуры тела) — 80 % всей теплоотдачи организма осуществляется кожей. При высокой температуре внешней среды кожные сосуды расширяются и теплоотдача конвекцией усиливается. При низкой температуре сосуды сужаются, кожа бледнеет, теплоотдача уменьшается.

С помощью анализаторов человек получает обширную информацию об окружающем мире. Количество информации принято измерять в двоичных знаках — битах. Например, поток информации через зрительный рецептор человека составляет 10^8 — 10^9 бит/с, нервные пути пропускания 2 — 10^6 бит/с, в памяти прочно задерживается только 1 бит/с, следовательно, в коре головного мозга анализируется и оценивается не вся поступающая информация, а наиболее важная. Информация, получаемая из внешней и внутренней среды, определяет работу функциональных систем организма и поведения человека.

Между всеми системами организма существуют взаимосвязи, поэтому организм человека в функциональном отношении представляет собой единое целое.

Одна из важнейших функциональных систем организма — нервная система — связывает между собой различные системы и части организма.

Нервная система человека подразделяется на центральную нервную систему (ЦНС), включающую головной и спинной мозг, и периферическую нервную систему (ПНС), которую составляют нервные волокна и узлы, лежащие вне ЦНС. Периферическая нервная система осуществляет связь ЦНС с кожей, мышцами и внутренними органами.

Нервная система функционирует по принципу рефлекса. *Рефлексом* называют любую ответную реакцию организма на раздражение из окружающей или внутренней среды, осуществляющуюся с участием ЦНС. В случаях экстремального воздействия на организм нервная система формирует защитно-приспособительные ре-

акции, определяет соотношение воздействующего и защитного эффектов.

Человек постоянно приспосабливается к изменяющимся условиям окружающей среды благодаря гомеостазу — универсальному свойству сохранять и поддерживать стабильность работы различных систем организма в ответ на воздействия, нарушающие эту стабильность.

Гомеостаз — относительное динамическое постоянство состава, свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма.

В организме человека функционирует ряд систем обеспечения безопасности, к которым относятся глаза, уши, нос, костно-мышечная система, кожа, система иммунной защиты. Например, глаза имеют веки — две кожно-мышечные складки, закрывающие глазное яблоко при смыкании. Веки несут функцию защиты глазного яблока: предохраняя орган зрения от чрезмерного светового потока и механического повреждения, способствуют увлажнению его поверхности и удалению со слезой инородных тел.

Чихание относится к группе защитных реакций и представляет собой форсированный выдох через нос (при кашле — форсированный выдох через рот). Благодаря высокой скорости воздушная струя уносит из полости носа попавшие туда инородные тела и раздражающие вещества.

Слезотечение возникает при попадании раздражающих веществ на слизистую оболочку верхних дыхательных путей: носа, носоглотки, трахеи и бронхов. Слеза не только выделяется наружу, но и попадает через слезоносный канал в полость носа, смывая тем самым раздражающее вещество.

Еще один пример естественной защиты — движение. Активное движение нередко приглушает душевную и физическую боль. Этот механизм стоит на страже нервного благополучия, готовый при необходимости предохранить мозг от слишком большого горя или радости.

В организме человека функционирует система иммунной защиты. *Иммунитет* — это свойство организма, обеспечивающее его устойчивость к действию чужеродных белков, болезнетворных (патогенных) микробов и их ядовитых продуктов. Различают естественный и приобретенный иммунитет.

Естественный, или врожденный, иммунитет — это видовой признак, передающийся по наследству (например, люди не заражаются чумой от крупного рогатого скота). Если микробы все-таки проникли в организм, их распространение задерживается благодаря развивающейся реакции воспаления. Печень, селезенка, лимфатические узлы также способны задерживать и частично обезвреживать продукты деятельности микробов.

Приобретенный иммунитет появляется в результате борьбы организма с чужеродными белками в крови. Значительная роль в иммунитете принадлежит специфическим защитным факторам сыворотки крови — антителам, которые накапливаются в ней после перенесенного заболевания, а также после искусственной иммунизации (прививок).

В процессе активной иммунизации изменяется чувствительность организма к повторному введению соответствующего антигена, т.е. изменяется иммунореактивность организма в форме повышения или понижения чувствительности отдельных органов и тканей к микробам, ядам или другим антигенам. Изменение иммунореактивности не всегда полезно для организма: при повышении чувствительности к какому-нибудь антигену могут развиваться аллергические заболевания. Иммунологическая реактивность существенно зависит от возраста: у новорожденных она резко снижена, у пожилых развита слабее, чем у лиц среднего возраста.

1.4. Источники опасностей и негативные факторы в системе «человек — среда обитания»

В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует с элементами среды обитания. Это взаимодействие может быть позитивным или негативным. Свойство живой и неживой материи оказывать негативное воздействие на саму материю (людей, животных и растительный мир, материальные ценности) с причинением ей ущерба называется *опасностью*. Источниками опасностей на Земле является все живое и неживое. Опасности постоянно присутствуют в пространстве и времени и реализуются в виде потоков вещества, энергии и информации.

Термин «опасность» означает угрозу чему-либо: жизни, здоровью, целостности конструкции и т.п. Употребляя его, мы даем качественную оценку имеющейся угрозы. Уровень опасности может быть оценен словами «большая», «высокая», «незначительная» и др. Например, большую опасность для мореплавания в высоких широтах представляют дрейфующие айсберги. Для сравнительной характеристики нескольких негативных воздействий употребляют термины «наибольшая опасность», «более опасно» и др. Например, переправа через горную реку представляет наибольшую опасность на этом пути. Количественная характеристика опасности определяется уровнем поражающего фактора. Например, переменный ток величиной 300 мА опасен для жизни.

Различают опасности естественного и антропогенного происхождения. Естественные опасности зарождаются в природном мире; их источниками являются стихийные явления, климатические условия, геологические образования и др. Человек в процессе своей

хозяйственной деятельности генерирует антропогенные (от греческого *antropos* — человек) опасности, воздействуя на среду обитания через технологические процессы, посредством техники и продуктов (отходов) производства.

В производственной среде, являющейся частью техносферы, имеются многочисленные источники опасностей для жизни и здоровья работающих. К ним относятся: здания и сооружения; технологическое, энергетическое, подъемно-транспортное и иное оборудование; транспорт; инструмент и другие материальные объекты. Один и тот же элемент производственной среды может быть источником опасностей нескольких видов, например, шума, вибрации, загрязнения воздушной среды и др. Опасности, генерируемые этими источниками, носят название техногенных.

Техногенные опасности разделены на потенциальные и реальные. Потенциальные опасности включают факторы, несущие скрытую (потенциальную) угрозу здоровью работников. Реальные опасности состоят из опасностей, которые реально в данный момент или на протяжении какого-либо периода времени негативно воздействуют на человека.

При определенных условиях, когда на источник опасностей воздействует инициатор опасностей, потенциальные опасности превращаются в реальные. Например, в производственном помещении станции технического обслуживания автомобилей проводятся работы по диагностированию и регулировке автомобильного двигателя. Одним из источников опасностей — работающий двигатель. Опасностями являются нагретые поверхности, вращающиеся лопасти вентилятора, ременные передачи, отработавшие газы. При воздействии на работника они могут привести к ожогу, травме рук, отравлению. Если отработавшие газы будут отводиться из выхлопной трубы автомобиля через герметичную систему местного отсоса за пределы производственного помещения, то они не будут оказывать вредного воздействия на находящихся в помещении людей и опасность отравления ими можно рассматривать как потенциальную. При отсутствии местного отсоса или нарушении его герметичности выхлопные газы, будут выбрасываться непосредственно в воздух рабочей зоны и являться реальной опасностью.

Схема воздействия опасностей на человека в системе «человек — производственная среда» показана на рис. 1.3. Одной из особенностей этой системы является то, что работник выступает в этой среде одновременно как объект негативного воздействия производственной среды и инициатор образования реальных опасностей или преобразования потенциальных опасностей в реальные. Его иницирующие воздействия на источник опасностей являются результатом усталости, невнимательности, непрофессионализма, умышленного или случайного нарушения правил

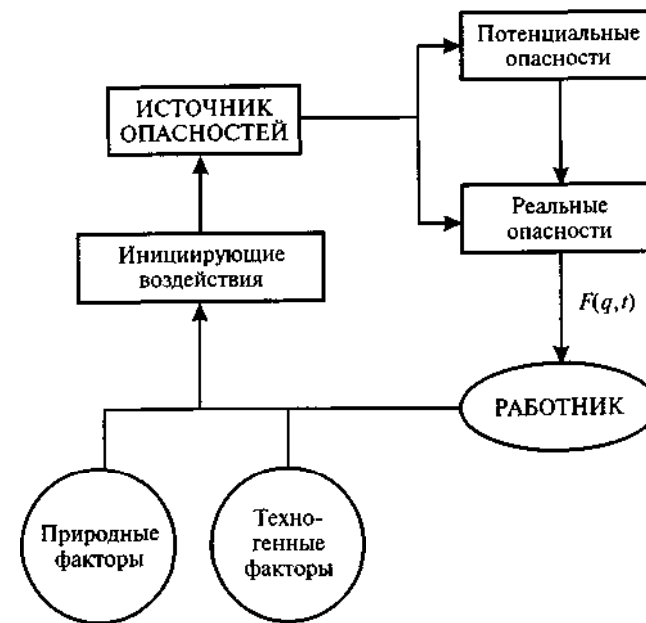


Рис. 1.3. Схема опасностей в системе «человек — производственная среда»: F — воздействие; q — уровень негативного воздействия; t — длительность воздействия

охраны труда и других причин. Другими инициаторами опасности являются объективные факторы природного (ветер, гроза, влажность и др.) и техногенного (выход из строя оборудования, пробой изоляции в электрических цепях, разгерметизация емкостей и др.) характера.

Потенциальные и реальные опасности в производственной среде проявляются в виде вредных и опасных производственных факторов. Вредный производственный фактор (ВПФ), воздействуя на работника, может вызвать профессиональное хроническое заболевание или снижение работоспособности, опасный производственный фактор (ОПФ) — травму или резкое ухудшение здоровья (острое заболевание).

В соответствии с ГОСТ 12.0.003—88 ССБТ (государственный стандарт системы стандартов безопасности труда) ВПФ и ОПФ делятся на несколько групп.

1. Физические факторы:

параметры микроклимата (температура, влажность и скорость движения воздуха в помещении);

параметры физических тел и рабочих мест (температура поверхности, масса, высота расположения рабочего места над полом помещения или землей и др.);

поля и излучения (электромагнитное поле, ионизирующее излучение);

шум и вибрация;

параметры технологического процесса (усилие, скорость перемещения материальных объектов, давление рабочей среды);

загрязненность воздушной среды пылью.

2. Химические факторы (химические вещества в виде паров, газов, аэрозолей, жидкостей, твердых веществ), группирующиеся:

по характеру воздействия на токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие (вызывающие аллергические заболевания), канцерогенные (вызывающие онкологические заболевания), мутагенные (приводящие к изменениям в организме на генном уровне), влияющие на репродуктивную функцию человека;

по пути проникновения в организм — через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы, слизистые оболочки.

3. Биологические факторы:

патогенные микроорганизмы;

микроорганизмы растительного и животного происхождения.

4. Психофизиологические факторы:

факторы тяжести труда (статическая и динамическая нагрузки, поднимаемая и перемещаемая массы, рабочая поза и др.);

факторы напряженности труда (режим работы, монотонность труда, вид и количество информационных нагрузок).

Из перечисленных выше факторов производственной среды некоторые факторы являются только вредными, некоторые — только опасными, некоторые могут быть, в зависимости от своей величины, как вредными, так и опасными.

Вероятность наступления негативного результата от воздействия на работника ВПФ и ОПФ, а также его тяжесть зависят от уровня этих факторов и времени воздействия (экспозиции) на организм человека. Эта вероятность определяет так называемый производственный риск. Чем выше производственный риск, тем больше вероятность получения профессионального заболевания или травмы, хуже условия труда, более вредно или опасно производство.

Производственный риск R может быть выражен вероятностью несчастных случаев, сопровождающихся инвалидностью или смертельным (летальным) исходом, а также вероятностью получения различных профессиональных заболеваний:

$$R = N_x / N_o \text{ или } R = Kp,$$

где N_x , N_o — соответственно число чрезвычайных событий (несчастных случаев) и общее число событий в год; p — вероятность нахождения человека в зоне действия опасностей.

Для оценки уровня вредности и опасности того или иного производства имеющийся фактический риск на рабочих местах сравнивают с риском получения аналогичного негативного результата

от воздействия естественных природных факторов, который признается допустимым для человека.

Допустимый, или приемлемый, производственный риск — это производственный риск, величина которого определяется приемлемым для общества и государства уровнем безопасности производства. Необходимость введения понятия «допустимый риск» обусловлена невозможностью создания абсолютно безопасных производственных процессов или каких-либо иных видов деятельности человека. Допустимый риск сочетает в себе технические, экономические и социальные аспекты общественного производства. Так как экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны, то допустимый риск представляет собой некоторый компромисс между требуемым уровнем безопасности производства и затратами на ее достижение.

По общемировым стандартам приемлемый риск от техногенных опасностей принимается равным 10^{-6} — 10^{-7} летальных (смертельных) случаев на одного человека в год. Эта величина принимается для установления приемлемого уровня пожарной, радиационной безопасности и безопасных условий труда на предприятиях различных отраслей экономики.

Сравнительная оценка рисков для различных условий труда дана в табл. 1.1.

Таблица 1 1

Производственные риски

Характеристика риска	Средняя потеря жизни, суток в год	Число летальных исходов в год на 1 чел
Допустимый риск — безопасные условия труда	0,01	Не более 10^{-6}
Вредные условия труда	До 25	До $2,5 \cdot 10^{-3}$
Производственный травматизм	До 1,3	До $1,3 \cdot 10^{-4}$

Кроме понятия «допустимый риск» применяются такие понятия, как «обоснованный (мотивированный) и необоснованный риски». При спасении людей в чрезвычайных ситуациях зачастую спасателям приходится работать в экстремальных условиях с риском для собственной жизни — это риск обоснованный. Риск получить травму из-за несоблюдения правил безопасности труда является необоснованным, и он должен быть исключен.

Для практических целей — оценки условий труда и планирования мероприятий по охране труда — использование вероятностных показателей неудобно, поэтому уровень негативного допустимого воздействия ВПФ и ОПФ на человека устанавливается через следующие нормативные величины, определенные стандартами ССБТ, гигиеническими и санитарными нормами, правилами по охране труда и другими нормативно-правовыми актами:

предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (для пыли, паров и аэрозолей), мг/м³. Например, ПДК оксида углерода для помещений с постоянным пребыванием людей равна 20 мг/м³;

предельно допустимые уровни фактора (ПДУ) на рабочем месте (для энергетических факторов, излучений, тока и др.). Например, для шума в цехе ПДУ равен 80 дБА;

предельные значения (диапазон) параметров технологического процесса, микроклимата, физических тел и др. Например, в холодный период года температура воздуха в помещении для постоянных рабочих мест при выполнении работ средней тяжести категории 26 (по ГОСТ 12.1.005-88) должна быть от 15 до 21 °С;

предельно допустимые количества материалов или веществ, хранящихся на рабочих местах. Например, указывается, что наибольшее количество легковоспламеняющихся жидкостей на рабочем месте не должно превышать сменную норму;

безопасные минимальные расстояния до опасных объектов (движущихся грузов или частей оборудования, источников электромагнитных или других полей и т.п.).

Совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда называется *условиями труда*. В зависимости от того, насколько в действительности ВПФ и ОПФ на рабочем месте превышают нормативные значения этих факторов, определяется класс условий труда. Различают следующие классы условий труда по вредным факторам: 1-й класс — оптимальные условия; 2-й класс — допустимые условия; 3-й класс — вредные условия (4 степени); 4-й класс — опасные условия (табл. 1.2).

Для оптимальных условий труда характерны такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

При допустимых условиях труда параметры среды и трудового процесса не должны превышать гигиенических нормативов, а для восстановления сил и сохранения здоровья работающих должно выделяться время регламентированного отдыха между сменами или в течение смены.

Если условия труда относятся к вредным 1-й степени, то для восстановления организма необходимо более длительное (чем до следующей смены) прерывание контакта с вредными факторами; при этом риск повреждения здоровья увеличивается. Вторая степень вредных условий труда характерна такими уровнями производственных факторов, которые приводят в большинстве случаев к повышению частоты заболеваемости, появлению начальных признаков или легких форм профессиональной патологии, возникающей после 15 и более лет работы. Вредные факторы условий труда 3-й степени 3-го класса имеют такие уровни, что при негативном

Таблица 1.2

Классификация условий труда

Фактор производственной среды	Класс условий труда (уровень фактора)					
	1. Оптимальные	2. Допустимые	3. Вредные			4. Опасные
Вредные вещества 1—2-го класса опасности в воздухе	До 0,3 ПДК	Не более ПДК (по ГН 2.2.5.686-98)	От 1,1 до 3,0 ПДК	От 3,1 до 6,0 ПДК	От 6,1 до 10,0 ПДК	Свыше 20,0 ПДК
Естественное освещение (коэффициент естественной освещенности)	Не нормируется	Не менее 0,6	От 0,1 до 0,6	Менее 0,1	—	—
Искусственное освещение для 1—4- и 7-го рядов зрительных работ (Е, лк)	Не нормируется	Е _н (нормативное значение по СНиП 23-05-95)	От 0,5 Е _н до Е _н	Менее 0,5 Е _н	—	—
Шум (эквивалентный уровень звука, дБА)	Не нормируется	Не более ПДУ (по СН 2.2.4/2.1.8.562-96)	Превышение ПДУ до 5	Превышение ПДУ до 15	Превышение ПДУ до 25	Превышение ПДУ до 35
Температура в помещении, °С (холодный период года, категория тяжести работы — 2а)	18—20 (по СанПиН 2.2.4.548-96)	17—23 (по СанПиН 2.2.4.548-96)	От 14 до 17	От 12 до 14	От 10 до 12	От 8 до 10

Примечание. «—» — условия труда не классифицируются.

воздействии этих факторов на человека в процессе трудовой деятельности развивается, как правило, профессиональная патология легкой и средней тяжести, включая хроническую, а также заболевания с временной утратой работоспособности. Для вредных условий труда 4-й степени характерны возникновение тяжелых форм профессиональных заболеваний, значительный рост хронической патологии и высокие уровни заболеваний с временной утратой работоспособности.

Опасные условия труда соответствуют уровням производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены создает угрозу для жизни, высокий риск получения острых профессиональных поражений и заболеваний в тяжелой форме.

1.5. Основные принципы и методы обеспечения безопасности человека в производственной среде

Для системы «человек — производственная среда» характерны следующие схемы пересечения гомосферы (пространство, в котором действует человек) и ноксосферы (пространство, в котором имеются реальные ВПФ и ОПФ), показанные на рис. 1.4. К гомосфере на предприятиях относят пространство рабочей зоны.

Рабочая зона — пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположено рабочее место.

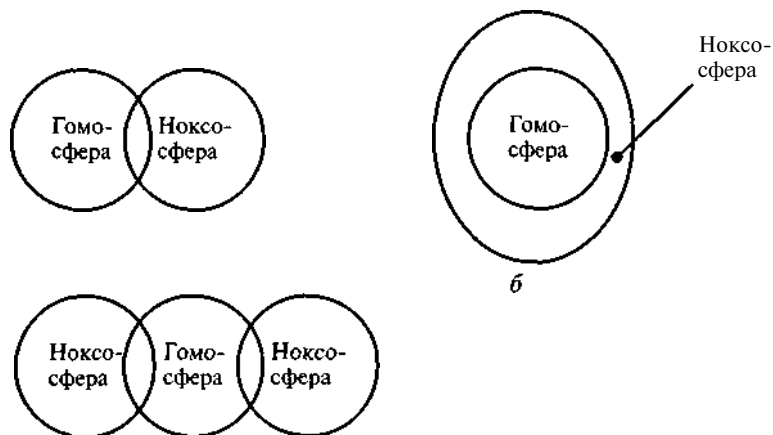


Рис. 1.4. Схемы взаимодействия элементов системы «человек—производственная среда»:

а — на постоянном рабочем месте с ограниченной зоной опасности; *б* — при нахождении рабочего места в зоне опасности; *в* — при многостаночном обслуживании или в случае непостоянного рабочего места

Рабочее место — зона постоянной или временной (более 50 % или более 2 ч непрерывно) деятельности работающего.

Области наложения ноксосферы на гомосферу являются зонами опасности, в которых работник получает или может с большой вероятностью получить негативное воздействие ВПФ или ОПФ, превышающих по уровню нормативно-гигиенические значения. Схема взаимодействия, показанная на рис. 1.4, *а*, характерна для работы на постоянном рабочем месте при обслуживании одного объекта, например станка, который имеет определенную зону обслуживания. Схема взаимодействия, показанная на рис. 1.4, *б*, характерна для работ в помещении, в пространства которого выделяются вредные вещества, не улавливаемые местной вентиляцией. Схема взаимодействия, показанная на рис. 1.4, *в*, характерна для многостаночного обслуживания или случаев, при которых человек в процессе работы перемещается по цеху, пересекая несколько опасных зон, например мест работы подъемных механизмов, транспортных путей и др. Конкретные конфигурации и размеры зон опасностей устанавливаются на предприятии при паспортизации рабочих мест.

Для каждой зоны опасности (вредности) во всех схемах (см. рис. 1.4) имеется свой производственный риск; при этом допустимые условия труда на рабочих местах могут иметь место только при соблюдении следующих требований:

значения (уровни) ВПФ и ОПФ в потенциально опасных зонах не превышают нормативных значений;

в потенциально опасных зонах имеется антропометрическая, биофизическая и психофизиологическая совместимость работника с материальными элементами производственной среды.

В тех случаях, когда указанные требования не выполняются, условия труда на рабочих местах должны быть признаны в результате их аттестации вредными или опасными.

Аттестацией рабочих мест по условиям труда называется 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 тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда.

Аттестация рабочих мест по условиям труда проводится на предприятиях не реже одного раза в 5 лет созданной приказом по предприятию аттестационной комиссией. Комиссия оценивает условия труда по вредности и травмоопасности, учитывает обеспеченность работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также эффективность этих средств.

Рабочее место считается аттестованным, если условия труда относятся к 1-му или 2-му классам; условно аттестованным, если

условия труда относятся к 3-му классу (с указанием степени вредности); неаттестованным, если условия труда относятся к 4-му классу.

Для условно аттестованных рабочих мест, разрабатывается план мероприятий по оздоровлению условий труда. Неаттестованные рабочие места подлежат немедленному переоснащению или ликвидации.

В системе «Охрана труда» применяются следующие принципы, методы, мероприятия и средства защиты работников от воздействия ВПФ и ОПФ в характерных зонах повышенной опасности (вредности).

Основными принципами обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в среде обитания являются: принцип активной защиты, связанный с уменьшением уровня и времени негативного воздействия источника опасности, и принцип пассивной защиты, основанный на снижении негативного воздействия факторов непосредственно на организм человека без изменения уровня опасности источника. К методам защиты относятся:

- нормализация условий труда;
- защита расстоянием;
- защита временем;
- адаптация человека к опасностям.

Метод нормализации условий труда представляет собой последовательное проведение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение уровня факторов риска (приведение значений ВПФ и ОПФ к нормированным величинам). На основе идентификации и определения значений факторов производственной среды намечаются и реализуются мероприятия по охране труда, включающие в себя:

- совершенствование технологических процессов с целью уменьшения вредных выбросов, шума, вибрации и т.п.;
- модернизацию или замену оборудования, не удовлетворяющего современным требованиям охраны труда;
- оснащение помещений, оборудования и рабочих мест необходимыми средствами коллективной защиты (вентиляцией, приборами освещения, ограждениями и др.);

профилактика и ремонт тех средств коллективной защиты, которые имеются на предприятии, но не выполняют частично или в полной мере своих защитных функций.

Метод защиты расстоянием заключается в том, чтобы устранить, по возможности, зоны пересечения гомо- и ноксосферы. Достигается это за счет:

- ограждения опасных зон с целью предотвращения приближения человека к источнику опасности, устранения возможности захвата одежды или частей тела движущимися элементами оборудования, ожога от нагретых поверхностей и т.п.;

удаления операторов из опасных зон с помощью автоматизации оборудования, применения дистанционного управления, роботов и манипуляторов;

нормирования минимально допустимых расстояний между оператором и источником повышенной опасности.

Метод защиты временем применяется в тех случаях, когда первые два метода невозможно применить по техническим причинам или их реализация не дает удовлетворительного результата. В этом случае нормативно устанавливается допустимое время пребывания человека в зоне повышенной вредности или опасности. Для работника может устанавливаться: сокращенная рабочая неделя или уменьшенная длительность рабочей смены; наибольшее время непрерывной работы в условиях действия ВПФ; время и периодичность дополнительных перерывов в течение смены.

Метод адаптации человека к опасностям реализуется по нескольким направлениям, в том числе:

- профессиональный отбор работников для выполнения работ в условиях повышенной опасности;
- специальное обучение работников определенных профессий и проведение инструктажей;
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров работников для установленных нормативно профессий;
- обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (спецодеждой, защитными очками, масками, противогазами и др.).

Так как каждый метод в отдельности может не давать полной защищенности человека от всех опасностей производственной среды, требования охраны труда, сформулированные в нормативно-правовых документах, предусматривают комплексное использование перечисленных методов на предприятиях с целью обеспечения безопасных условий труда и сохранения здоровья работающих.

1.6. Оздоровление воздушной среды производственных помещений

Влияние воздушной среды рабочей зоны на организм человека.

Воздушная среда производственных помещений как составная часть производственной среды характеризуется параметрами микроклимата, ионным и химическим составом, агрегатным состоянием вредных веществ, находящихся в воздухе.

Микроклимат — это метеорологические условия воздушной среды внутри помещения. Он определяется такими параметрами, как температура, относительная влажность воздуха, барометрическое давление и скорость воздушных потоков.

В результате физиологических процессов, протекающих в организме человека, в окружающую среду выделяется теплота, коли-

чество которой в определенных климатических условиях зависит от физического напряжения. В состоянии покоя человек выделяет около 90 Дж/с тепла, при тяжелой работе — до 500 Дж/с.

Способность человеческого организма регулировать теплообращение и теплоотдачу с сохранением постоянной температуры тела при изменении внешних условий называется *терморегуляцией*. Возможности терморегуляции не безграничны, поэтому нарушение баланса между выделяемым человеком теплом и теплом, которое поглощает окружающая среда, приводит к перегреву или переохлаждению организма и, как следствие, к быстрой утомляемости, потере трудоспособности, простудным заболеваниям, а также может стать причиной смерти.

Температура тела (внутренних органов) и кожи определяет тепловое состояние организма и самочувствие человека. В нормальных условиях температура тела составляет примерно 36,6 °С. Критическими пределами температуры для человека являются: нижняя граница 25 °С, верхняя граница 43 °С. Температурный режим кожи играет основную роль в теплоотдаче. Температура кожи может меняться в значительных пределах в зависимости от соотношения отдаваемого телом тепла и тепла, которое может принять окружающий тело слой воздуха.

В случае если окружающая среда воспринимает меньше тепловой энергии, чем ее выделяет организм, человек ощущает перегрев, ему жарко. При этом температура тела и кожи возрастает, увеличивается потеря воды организмом, учащается пульс, ухудшается общее самочувствие. Перегреву организма способствуют чрезмерное утепление одеждой при незначительных физических нагрузках, высокая температура воздуха в помещении, наличие интенсивного инфракрасного излучения от технологического оборудования.

Когда окружающая среда способна принять больше тепловой энергии, чем ее отдает организм, человек ощущает холод. Температура тела и кожи понижается, частота пульса и дыхания уменьшаются, появляется озноб и вялость.

Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется в процессе конвекции за счет контакта кожи с потоком воздуха, излучения на окружающие поверхности, теплопроводности (незначительно) и в процессе теплообмена при дыхании, и вследствие испарения влаги при потоотделении.

Пограничный слой воздуха (до 4 — 8 мм при неподвижном воздухе) ограничивает скорость теплоотвода конвекцией. С увеличением атмосферного давления этот слой становится тоньше и теплообмен улучшается. Улучшению теплоотвода конвекцией способствует также увеличение скорости перемещения воздушного слоя, граничащего с кожей.

Теплоотвод излучением происходит от человека к окружающим поверхностям только в том случае, если температура тела

выше температуры этих поверхностей. В противном случае тепло передается от внешних поверхностей человеку.

Количество тепла, отдаваемого человеком окружающему воздуху при испарении пота с поверхности тела, зависит от интенсивности работы, температуры и скорости движения воздуха. Экспериментально установлено, что в условиях постоянства скорости воздушного потока при изменении трудовых затрат во время выполнения работы со 100 до 500 Вт количество тепла, уходящего через потоотделение, увеличивается в 8,2 раза при температуре воздуха 16 °С и всего лишь в 3,5 раза — при температуре воздуха 35 °С.

При дыхании воздух, попадая в легкие человека, нагревается и насыщается водяными парами. «Легочная вентиляция» человека выделяет тепло в окружающее пространство пропорционально частоте дыхания и объему воздуха вдоха—выдоха, а также разнице температур выдыхаемого и окружающего воздуха.

Таким образом, тепловой баланс в системе «человек — окружающая среда» зависит как от физической нагрузки на организм при выполнении какой-либо работы, так и от факторов внешнего окружения — теплоизоляционных свойств одежды, температуры окружающих предметов и параметров микроклимата.

Повышенная влажность и малая подвижность воздуха усиливают неблагоприятное действие высокой температуры на человека. Увеличение скорости воздушного потока при постоянной температуре и влажности способствует более быстрому охлаждению организма. При постоянной скорости движения воздуха между влажностью и температурой существует обратная зависимость: чем ниже влажность воздуха, тем больше должна быть его температура, чтобы тепловой баланс сохранился на прежнем уровне.

Нормирование параметров микроклимата для производственных, административных и санитарно-бытовых помещений осуществляется согласно санитарным правилам и нормам (СанПиН 2.2.4.548-96), а также стандартам системы безопасности труда (ГОСТ 12.1.005—88). Применительно к производственным помещениям нормирование осуществляется для работ различной категории тяжести, постоянных и непостоянных рабочих мест, теплого и холодного периодов года (табл. 1.3).

Оценка совместного действия температуры, влажности, подвижности воздуха и тепловых излучений на работающего производится для помещений с избытками тепла по *WBGT-wujxQYJzy*, °С, по формуле

$$WBGT\text{-индекс} = 0,7/t_{\text{м}} + 0,3/t_{\text{ш}},$$

где $t_{\text{ш}}$ — температура влажного термометра; $t_{\text{м}}$ — температура сухого термометра внутри зачерненного шара.

Ионный состав воздушной среды обеспечивает воздушный комфорт в закрытом помещении и характеризуется уровнем положи-

Таблица 13

Оптимальные и допустимые параметры среды в рабочей зоне на постоянных рабочих местах производственных помещений

Пе-риод года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		опти-мальная	допус-тимая	опти-мальная	допус-тимая	опти-мальная	допус-тимая
Хо-лод-ный	Легкая — 1а	22-24	21-25	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Легкая — 1б	21-23	20-24	40-60	75	0,1	Не более 0,2
	Средней тяжести — 2а	18-20	17-23	40-60	75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести — 2б	17-19	15-21	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая — 3	16-18	13-19	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теп-лый	Легкая — 1а	23-35	22-28	40-60	55 при 28°С	0,1	0,1-0,2
	Легкая — 1б	22-24	21-28	40-60	60 при 27°С	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести — 2а	21-23	18-27	40-60	65 при 26°С	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести — 2б	20-22	16-27	40-60	70 при 25°С	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая — 3	18-20	15-26	40-60	75 при 24°С	0,4	0,2-0,6

тельной и отрицательной аэроионизации. Отрицательное воздействие на организм человека оказывает как недостаточная, так и избыточная ионизация воздуха.

В процессе ионизации воздуха под воздействием электрического поля возникают положительно заряженные (тяжелые) и отрицательно заряженные (легкие) аэроионы, озон и окислы азота. Они образуют ионификационный комплекс, оказывающий биологический эффект на человека. Количество легких аэроионов определяет свежесть воздуха, его физиологическую и химическую активность. Уменьшение их количества в воздухе вызывает жалобы на духоту и нехватку кислорода.

В небольших помещениях значительное влияние на ионный состав воздуха оказывает время присутствия людей. Количество легких аэроионов уменьшается из-за их поглощения в процессе дыхания, а число тяжелых — увеличивается, чему способствует респираторный выброс так называемых ядер конденсации с выдыхаемым воздухом.

В производственных и административных помещениях с большим количеством электроустановок и электрических приборов (в том числе и компьютеров) убыль легких аэроионов происходит вследствие их адсорбции поверхностями оборудования, имеющими положительный электрический заряд. Существенные измене-

ния ионного состава, по сравнению с характеристиками свежего наружного воздуха, претерпевает воздух, проходящий через калориферы, фильтры, вентиляторы, воздухопроводы и другие агрегаты в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.

Запыленность и повышенная влажность воздуха помещений в значительной степени способствует увеличению числа тяжелых и уменьшению легких аэроионов. Часть легких аэроионов, оседая на материальных частицах, взвешенных в воздухе, превращается в тяжелые аэроионы. Необходимо заметить, что искусственная ионизация воздуха помещения без принятия мер по очистке его от пыли может только усугубить негативное действие воздушной среды на человека. Пыль, несущая электрический заряд, задерживается в легких в гораздо большем количестве, чем нейтральная. Попав в легкие, пылевые конгломераты теряет заряд и распадается на мельчайшие частицы, занимая большие поверхности на стенках альвеол, что усиливает его биологическое действие.

В Российской Федерации гигиеническими нормативами устанавливается оптимальное и допустимое соотношение положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений (табл. 14)

Таблица 14

Нормативные величины ионизации воздушной среды в производственных, административных помещениях и помещениях общественных зданий

Уровень ионизации	Число аэроионов в 1см ³ воздуха	
	положительно заряженных	отрицательно заряженных
Минимально необходимый	400	600
Оптимальный	1 500 - 3 000	3 000 - 5 000
Максимально допустимый	50 000	50 000

Химический состав и агрегатное состояние вредных веществ также характеризуют воздушную среду производственных помещений. Многие производственные процессы на предприятиях различных отраслей экономики сопровождаются выделением в воздух помещений вредных химических веществ в виде паров (газов) или аэрозолей.

Пары и газы являются одной из форм агрегатного состояния вещества. *Аэрозоли* — дисперсные системы, состоящие из частиц твердого тела или жидкости, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе. К аэрозолям относятся дым, туман, пыль, смог и др. В виде аэрозоля методом распыления наносятся лакокрасочные и другие покрытия.

Химические вещества по характеру воздействия подразделяются на общетоксические, раздражающие, сенсibilизирующие, канцерогенные, мутагенные и влияющие на репродуктивную (детородную) функцию.

Общетоксические вещества вызывают отравление всего организма или поражают отдельные системы (центральную нервную, кровеносную, печень, почки и др.). Раздражающие вещества приводят к раздражению слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожи. Сенсибилизирующие вещества вызывают аллергические заболевания. Канцерогенные вещества вызывают злокачественные опухоли. Мутагенные вещества приводят к изменениям генетического кода и наследственной информации.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества разделены на следующие классы опасности: 1-й класс — чрезвычайно опасные (ПДК < 0,1 мг/м³); 2-й класс — высоко опасные (ПДК = 0,1... 1,0 мг/м³); 3-й класс — умеренно опасные (ПДК = 1,0... 10 мг/м³); 4-й класс — мало опасные (ПДК > 10 мг/м³).

Вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны, поступающая в организм человека через дыхательные пути (ингаляционное проникновение), вызывают нарушения обмена, коллоидного состояния и физико-химической структуры клеток тканей, в результате в организме возникают патологические изменения и болезненные явления (отравления). Ингаляционное проникновение токсичных веществ наиболее опасно, так как большая поверхность легочных альвеол, активно омываемых кровью, способствует быстрому их всасыванию и продвижению к жизненно важным центрам.

Отравления, вызванные действием вредных веществ, попавших в организм любым путем (через органы дыхания, слизистые оболочки, пищеварительный тракт или кожу), могут быть острыми и хроническими. Острые отравления возникают при внезапном поступлении в организм больших доз токсического вещества. Хронические отравления развиваются постепенно вследствие длительного воздействия токсичных веществ малых концентраций и характеризуются стойкостью вызванных в организме изменений.

Ряд вредных веществ, находясь в воздухе в виде аэрозолей (пыли), не обладает ярко выраженной токсичностью. Для них характерен фиброгенный эффект действия на организм. Крупнодисперсная пыль размером 0,2 — 0,5 мкм задерживается в верхних дыхательных путях. Поражение пылью верхних дыхательных путей сопровождается их раздражением, кашлем, отхаркиванием грязной мокротой. Мелкодисперсная пыль с размером частиц менее 0,1 мкм представляет наибольшую опасность, так как она, не задерживаясь в верхних дыхательных путях, проникает в легкие, оседает в них и приводит к развитию патологических процессов, получивших названия пневмокониоз, пневмосклероз, хронический пылевой бронхит. Наиболее распространенными видами пневмокониоза являются: силикоз, вызванный воздействием кварцевой пыли; антропокоз — угольной пыли; сидероз — железосодержащей пыли; асбестоз — асбестовой пыли; алюминокоз — алюминиевой пыли; талькоз — таль-

ковой пыли. Пылевые заболевания легких занимают второе место по частоте среди профессиональных заболеваний в России.

Вредные вещества поступают в воздух рабочей зоны за счет испарения из сырья, полуфабрикатов и готовой продукции из-за негерметичности технологических трубопроводов и аппаратов, а также при производстве ряда работ (сварки, окраски и др.). Для каждого предприятия, цеха, участка, рабочего места или технологического процесса характерен свой набор вредных веществ; при этом работающий, как правило, подвергается воздействию сразу нескольких вредных веществ, находящихся в воздушной среде. Это воздействие может быть комбинированным и комплексным.

Для комбинированного воздействия характерно поступление в организм нескольких вредных веществ по одному и тому же пути. При комплексном воздействии одно или несколько вредных веществ поступают в организм одновременно, но разными путями (через органы дыхания, кожу, слизистые оболочки, желудочно-кишечный тракт).

Комбинированное действие вредных веществ, в зависимости от эффектов токсичности, бывает нескольких типов:

аддитивное действие, при котором суммарный эффект действия смеси равен сумме эффектов входящих в смесь компонентов;

потенцированное действие, характерное тем, что действие одного компонента усиливает действие другого, например, алкоголь значительно повышает тяжесть отравления анилином;

антагонистическое действие, заключающееся в ослаблении действия одного вещества при действии другого;

независимое действие, при котором комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого вещества в отдельности.

Аддитивное воздействие имеет место при наличии в воздухе вредных веществ однонаправленного действия, когда каждое из них поражает одни и те же органы или системы человека. Примером такого действия является отравление смесью паров отдельных углеводородов (бензол, изопропилбензол и др.).

Независимое действие комбинации вредных веществ встречается достаточно часто, например токсичные газы и пыль, токсичные и раздражающие вещества и др. В этом случае преобладающим считается эффект наиболее вредного вещества.

Для обеспечения безопасных условий труда, отвечающих классу допустимых условий труда, гигиеническими нормативными Документами (ГН 2.2.5.686-98 и ГОСТ 12.1.005—88) установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, соответствующие их классу опасности, и критерии безопасности воздушной среды производственных помещений. В табл. 1.5 приведены ПДК некоторых веществ, наиболее часто загрязняющих воздух рабочей зоны в производственных помещениях предприятий автомобильного транспорта.

Таблица 15

**Предельно допустимые концентрации вредных веществ
в воздухе рабочей зоны**

Вещество	Агрегатное состояние ¹	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Азота окислы (в пересчете на NO ₂)	п	5	2
Акролеин	п	0,2	2
Ацетон	п	200	4
Бензин (топливный, растворитель)	п	100	4
Бензол	п	15/5	•2
Бенз(а)пирен	а	0,00015	1
Керосин	п	300	4
Кислота серная	а	1	2
Кислота соляная	п	5	2
Сернистый газ	п	5	3
Спирт метиловый (метанол)	п	5	3
Тетраэтилсвинец	п	0,005	1
Щелочи едкие (в пересчете на NaOH)	а	0,5	2
Углерода оксид ²	п	20	4
Масла минеральные	а	5	3
Пыль:			
свинцовая	а	0,007	1
алюминиевая	а	2	4
кремниевая	а	1	3
хромовая	а	1	
углеродная	а	5	4
минеральная (асбест, цемент и т.п.)	а	6	4
растительного и животного происхождения	а	0	4
Сажа	а	4	3

¹ Условные обозначения: п — пар или газ; а — аэрозоль.

² При длительности работы в атмосфере, содержащей оксид углерода, не более 1 ч, ПДК может быть повышена до 50 мг/м³; не более 30 мин — до 100 мг/м³; не более 15 мин — до 200 мг/м³. Повторные работы при условиях повышенного содержания оксида углерода в воздухе рабочей зоны могут производиться с перерывом не менее 2 ч.

Нормативами предусмотрено, что при выбросе в воздушную среду вредных веществ должны выполняться следующие условия:

а) для наличия в воздухе одного вредного вещества с концентрацией C_v или смеси веществ с независимым действием компонентов, наиболее токсичный из которых имеет концентрацию C_v :

$$C. < \text{ПДК}_v,$$

б) для наличия в воздухе смеси вредных веществ, обладающей аддитивным действием с концентрациями компонентов C_1, C_2, \dots, C_n :

$$C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n = 1.$$

Мероприятия и средства оздоровления воздушной среды и нормализации микроклимата. Комплекс мероприятий по оздоровлению воздушной среды производственных помещений включает организационно-технологические, конструкторские и санитарно-гигиенические мероприятия, к которым относятся:

использование в производстве материалов и веществ, выделяющих минимальное количество вредных веществ в воздух при обработке, транспортировании и хранении;

применение технологий и оборудования, исключающих или уменьшающих выделение паров, газов, пыли, влаги или теплоты в воздух рабочей зоны;

механизация, автоматизация и роботизация производственных процессов, позволяющие вывести человека из зоны повышенной вредности;

рациональная планировка промышленных площадок, зданий и помещений;

использование приборов для ионизации воздуха;

применение специальных систем по улавливанию, рекуперации, дегазации, нейтрализации вредных веществ, выделяющихся в воздушную среду;

устройство кондиционирования, вентиляции и отопления помещений;

теплоизоляция и экранирование производственного оборудования — источника тепловых излучений;

применение средств индивидуальной защиты работающих;

регулярная очистка оборудования от загрязнений и пыли, влажная уборка помещений;

контроль параметров воздушной среды.

Для создания в производственных, административных и жилых помещениях оптимальных параметров микроклимата применяются устройства и системы кондиционирования воздуха. *Кондиционированием воздуха* называется автоматическое регулирование его параметров (температуры, влажности и скорости подачи в помещении) с целью обеспечения заданных метеорологических условий в помещении независимо от условий внешней среды и тепловыделений внутри помещения. В кондиционерах воздух также очищается от пыли, а в ряде случаев проходит специальную обработку — ионизацию и дезодорацию.

Различают собственно кондиционеры для отдельных помещений и *split-системы* (разветвленные системы) для одновременного обслуживания нескольких помещений, имеющие центральный агрегат, систему воздухопроводов и воздухораспределителей.

Одним из эффективных средств обеспечения допустимых условий труда по параметрам микроклимата и загрязнения воздушной среды вредными веществами является промышленная вентиляция. Под *вентиляцией* понимается процесс обмена воздуха из помещения на воздух внешней среды.

Вентиляция может быть естественной и искусственной. Естественная вентиляция осуществляется за счет разности давлений воздуха снаружи и внутри помещений; искусственная (или механическая) — с помощью специальных побудителей движения воздуха. Классификация систем вентиляции показана на рис. 1.5.

Неорганизованная естественная вентиляция называется *инфильтрацией* (естественным проветриванием). Воздухообмен помещения осуществляется через неплотности в ограждениях и элементах строительных конструкций за счет разности удельных весов воздуха снаружи и внутри помещения. Количество удаляемого из помещения и приточного воздуха при инфильтрации является величиной случайной, зависящей от ряда факторов: температуры воздуха внутри и снаружи помещения, направления и силы ветра в атмосфере, размеров щелей и др. Неорганизованный воздухообмен происходит в небольшом объеме, поэтому инфильтрация как мероприятие по оздоровлению воздушной среды имеет место, но не является определяющим в производственных условиях.

Организованная естественная общеобменная вентиляция помещений, осуществляемая через открываемые фрамуги окон и фо-

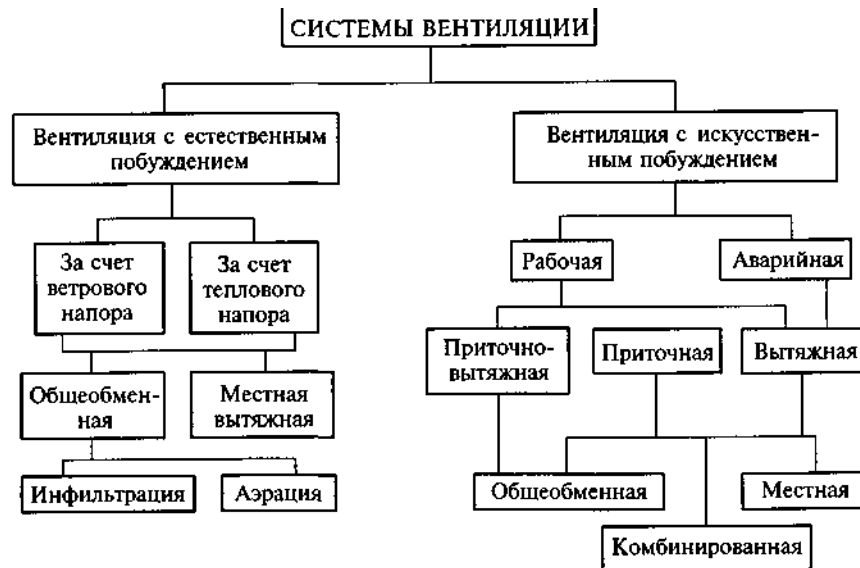


Рис. 1.5. Классификация систем вентиляции

нарей, вентиляционные шахты, дефлекторы и др., носит название *аэрации*. Воздухообмен при аэрации регулируется степенью открытия вентиляционных проемов. Поступление наружного воздуха в помещение и удаление воздуха из него происходят за счет теплового и ветрового напоров.

В результате того, что воздух снаружи и в помещении имеет различную температуру, а следовательно, и плотность, в помещении всегда действует тепловой напор (давление), обуславливающий удаление из него теплого воздуха через верхние проемы или вытяжную шахту (рис. 1.6). Наружный, более холодный воздух будет подсасываться в помещение через нижние проемы.

Величина теплового напора P_t , Па, определяется по формуле

$$P_t = (\rho_n - \rho_v) h_n + (\rho_n - \rho_{yx}) h_{ш},$$

где ρ_n , ρ_v , ρ_{yx} — соответственно плотность наружного (на уровне плоскости I), внутреннего в помещении на высоте h_n (на уровне плоскости II) и уходящего через вентиляционную шахту (на уровне плоскости III) воздуха, кг/м³; h_n , $h_{ш}$ — соответственно высота помещения от оси нижнего проема (плоскость I) до плоскости II, высота вытяжной шахты, м.

Эффективность аэрации за счет теплового напора зависит от времени года (в летний период она существенно уменьшается вследствие повышения температуры наружного воздуха), тепловыделений в помещении, высоты помещения и вытяжной шахты.

Ветровой напор образуется при обтекании здания потоком атмосферного воздуха (рис. 1.7). Ветровой напор стимулирует приток воздуха в помещение с наветренной стороны и вытяжку его с подветренной стороны здания. Эффективность ветрового напора зависит от направления ветра по отношению к открытым проемам здания. Избежать такой зависимости позволяет устройство естественной вентиляции с применением дефлекторов.

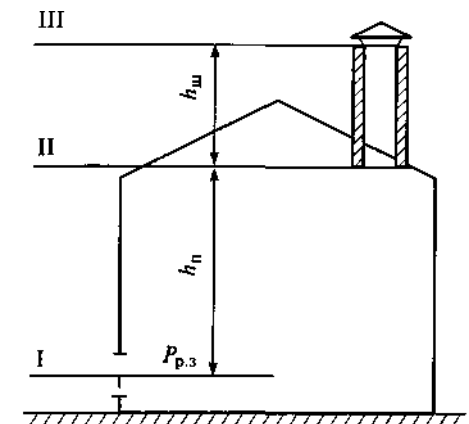


рис. 1.6. Естественная вытяжная вентиляция:

$P_{p,z}$ — давление воздуха в рабочей зоне; h_n , $h_{ш}$ — соответственно, высота помещения от оси нижнего проема (плоскость I) до плоскости II, высота вытяжной шахты, м

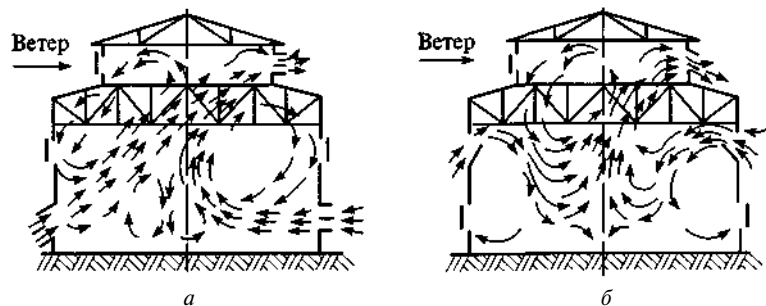


Рис. 1.7. Схема аэрации:

а — в теплое время года; б — в холодное время года

Наибольшее распространение получили дефлекторы ЦАГИ (рис. 1.8). Определяющим размером дефлектора является диаметр d , м, патрубка:

$$d = 2,65 \cdot 10^{-2} (L/v) V^2,$$

где L — производительность дефлектора, $\text{м}^3/\text{ч}$; v — скорость ветра, $\text{м}/\text{с}$.

Основным достоинством аэрации является возможность осуществления большого воздухообмена без затрат механической энергии. К недостаткам следует отнести зависимость ее производительности от внешних атмосферных условий и невозможность подготовки воздуха (очистка, осушка или увлажнение, а также нагрев в холодный или охлаждение в теплый периоды года).

Основным средством оздоровления воздушной среды в производственных помещениях является механическая система вентиляции, которая по сравнению с естественной имеет ряд преимуществ:

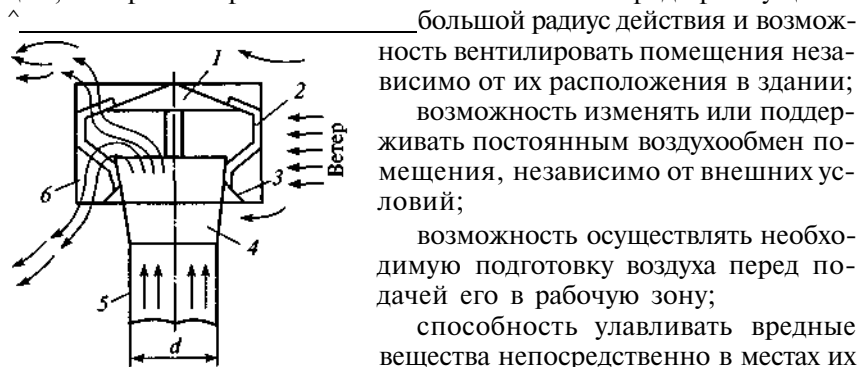


Рис. 1.8. Дефлектор ЦАГИ: 1 — зонт колпака; 2 — лапки; 3 — патрубок; d — диаметр патрубка, м

большой радиус действия и возможность вентилировать помещения независимо от их расположения в здании; возможность изменять или поддерживать постоянным воздухообмен помещения, независимо от внешних условий;

возможность осуществлять необходимую подготовку воздуха перед подачей его в рабочую зону;

способность улавливать вредные вещества непосредственно в местах их выделения, не давая им распространяться по всему объему помещения;

обеспечение очистки отработанного воздуха от вредных веществ перед выбросом его в атмосферу.

К недостаткам такой вентиляции следует отнести повышенный уровень шума и значительную стоимость ее устройства и эксплуатации.

Побудителями движения воздуха в большинстве систем искусственной вентиляции являются вентиляторы осевого или центробежного типов. В некоторых случаях вместо вентиляторов применяются эжекторы.

По способу подачи и удаления воздуха искусственная вентиляция бывает приточной, вытяжной и приточно-вытяжной (рис. 1.9). Организация воздухообмена в последней может быть осуществлена без рециркуляции или с частичной рециркуляцией воздуха.

В *общееобменной приточной вентиляционной системе* воздух принудительно нагнетается в помещение, а удаляется из него естественным путем через открытые проемы. Эта схема вентиляции применяется в тех случаях, если нежелательно, чтобы воздух в данное помещение попадал из соседних помещений с более загрязненной воздушной средой.

Наружный воздух очищается в фильтре, подогревается в калорифере (в холодный период года) и вентилятором подается через центральный воздуховод к воздухораспределителям. В отдельных системах воздух дополнительно увлажняется, проходя через специальные устройства. Обычно оборудование для подготовки воздуха и вентиляторы располагаются в обособленном помещении — вентиляционной камере.

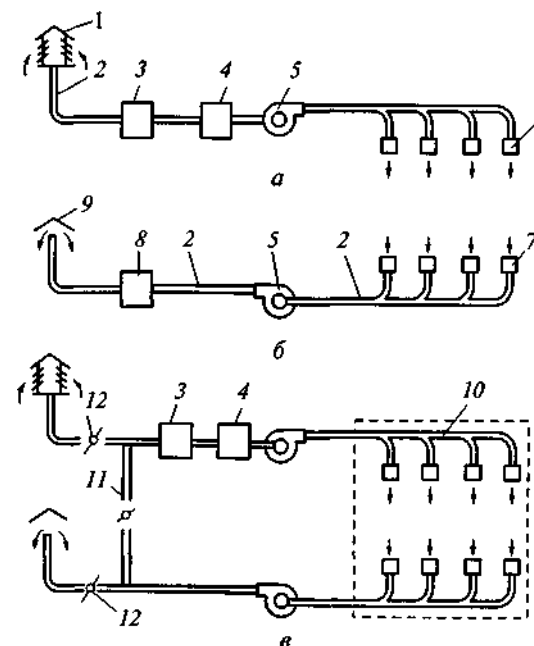


Рис. 1.9. Механическая вентиляция:

а — приточная; б — вытяжная; в — приточно-вытяжная; / — воздухозаборник; 2, 11 — воздуховоды; 3 — фильтр; 4 — калорифер; 5 — вентилятор; 6, 7 — приточные отверстия или посадки; * — устройство для очистки воздуха от пыли или газов; 9 — вытяжная шахта; 10 — помещение; 12 — клапаны для регулировки количества воздуха

В *общееобменной вытяжной вентиляционной системе* воздух принудительно удаляется из помещения, создавая в нем пониженное давление. Вследствие разности давлений воздух естественным путем поступает в помещение через открытые проемы из соседних помещений или снаружи.

Вытяжная вентиляция препятствует попаданию загрязненного воздуха из данного помещения в соседние. Удаляемый из помещения воздух выбрасывается в атмосферу без очистки или с очисткой в специальных фильтрах, когда по санитарно-гигиеническим требованиям выброс вредных веществ, содержащихся в отработанном воздухе, недопустим. В этих системах обычно вытяжной вентилятор или вентилятор и воздухоочистное оборудование устанавливаются снаружи здания.

Приточно-вытяжная система вентиляции представляет собой комбинацию приточной и вытяжной систем. Для рециркуляции воздуха (частичного использования отработанного воздуха), которая обеспечивает экономию затрат на подготовку воздуха без ухудшения его качественных характеристик, вытяжная и приточная системы соединены через регулирующую заслонку.

Местная вентиляция широко применяется в производственных помещениях наряду с общеобменной. Она может быть приточной или вытяжной.

Основными видами *местной приточной вентиляции* являются: воздушный душ — струя воздуха с требуемыми параметрами (направленная на человека); воздушный оазис — подача приточного воздуха на огражденную щитами часть рабочей площадки; воздушная тепловая завеса — поток воздуха, препятствующий поступлению холодного наружного воздуха через ворота, двери, технологические проемы.

Воздушный душ применяется при воздействии на работающих лучистого тепла, равного $350 \text{ Дж}/(\text{м}^2/\text{с})$ и более, и температуре в помещении, значительно превышающей регламентированную санитарными нормами, а также в производственных процессах с выделением вредных паров (газов) и невозможности устройства местной вытяжной вентиляции.

Местная вытяжная вентиляция, именуемая также местным отсосом или аспирацией, устраивается для улавливания и удаления вредных выделений непосредственно от источника. Она является одним из эффективных и экономичных средств борьбы с проникновением вредных выделений в воздушную среду производственных помещений. Основными видами местных вытяжных устройств являются: вытяжные зонты и завесы, вытяжные колпаки, шкафы, кожухи, щелевые отсосы, бортовые отсосы (рис. 1.10).

Вытяжные зонты предназначены для улавливания направленных вверх потоков вредных выделений. Они могут быть открытыми с боковых сторон или частично закрытыми. Вытяжная завеса

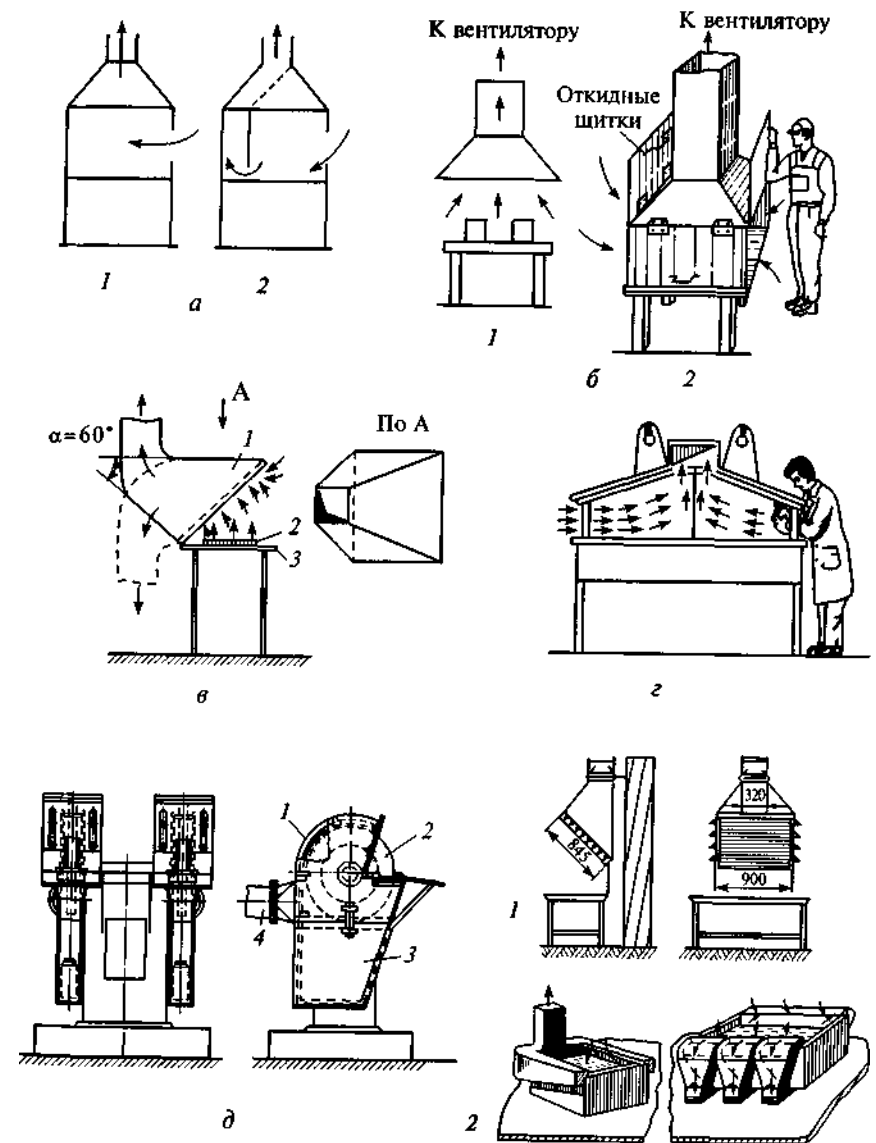


Рис. 1.10. Основные виды местных вытяжных устройств: а — шкафы вытяжные (1 — для удаления легких газов; 2 — для удаления тяжелых газов); б — зонты (1 — без щитков; 2-е откидные щитками); в — вытяжной колпак у рабочего стола (1 — колпак; 2 — источник выделений; 3 — рабочий стол); г — укрытие; д — кожухи (1 — кожух; 2 — абразивный круг; 3 — бункер для соора пыли; 4 — воздуховод); е — типовые конструкции укрытий (1 — панель бокового всасывания; 2 — бортовые отсосы)

является разновидностью вытяжного зонта. Она устанавливается обычно при расположении источника выделений у стен производственного помещения.

Когда более полное укрытие источников вредных выделений невозможно по условиям технологического процесса, для локализации вредных веществ, увлекаемых конвективными струями, применяют отсасывающие панели. Панели располагают сбоку от источника вредных выделений вертикально или наклонно над источником.

При выполнении на рабочих столах ряда операций, сопровождающихся выделениями вредных паров, газов и пыли (намазывание клеями, зачистка и окраска мелких деталей и т.п.), над рабочими столами целесообразно устанавливать местные вытяжные укрытия в виде наклонных колпаков, которые не ограничивают свободу движения работающего. Будучи приближенными к источнику вредных выделений, такого рода вытяжные устройства обеспечивают эффективное их удаление.

К числу устройств, в наибольшей мере изолирующих процессы, сопровождающиеся выделением вредных веществ, относятся вытяжные шкафы. В зависимости от принятой схемы удаления воздуха различают шкафы с верхним, нижним и комбинированным отсосом.

Для улавливания вредных выделений любого вида при их выделении на более или менее значительном пространстве или открытом зеркале ванны применяют щелевые отсосы, которые имеют вид воздухопроводов постоянного или переменного сечения с продольной щелью. Из-за простоты изготовления наиболее часто применяются воздухопроводы постоянного сечения с щелью постоянной или переменной ширины. Щелевые отсосы, предназначенные для удаления вредных выделений от резервуаров, имеющих открытые поверхности, и расположенные с одной или с двух сторон резервуара, называются бортовыми отсосами. Бортовые отсосы применяют обычного исполнения и опрокинутые.

Кожухи — отсосы от вращающихся обрабатывающих кругов — широко применяются в станках, использующих обработку абразивными, шлифовальными, полировальными и другими кругами различных заготовок и их изделий.

Выбор системы вентиляции и схемы воздухообмена зависит от ряда факторов и основывается на анализе воздушно-теплого баланса помещения, состава вредных веществ, технологических процессов и используемого технологического оборудования.

Выбор вида вентиляции (естественная или искусственная) определяется требуемым расходом воздуха и кратностью воздухообмена для обеспечения нормального микроклимата и поддержания в воздухе помещений концентраций вредных веществ допустимых пределов.

Если расчетный расход воздуха в помещении не превышает $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ при объеме помещения менее 20 м^3 на одного человека или $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ при объеме помещения 20 м^3 и более на одного человека, то можно ограничиться системой естественной вентиляции. В случае, если потребный расход воздуха превышает указанные выше величины, принимается решение об использовании вентиляции с искусственным побуждением. Минимальный расход воздуха в этом случае должен быть не менее $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного работающего в помещении, а кратность воздухообмена — не менее одного объема в час. Следует учитывать, что в холодный период года для предотвращения выстуживания приток наружного воздуха через проемы для естественной вентиляции, как правило, ограничен или совсем отсутствует.

При наличии в помещении выбросов вредных веществ вентиляция с механическим побуждением должна быть в обязательном порядке предусмотрена в случае, если их концентрация в воздухе рабочей зоны превысит предельно допустимую в течение одного часа с момента начала выделения. При использовании технологического оборудования, оснащенного местными отсосами с механическим побуждением, общеобменная вентиляция может быть как естественной, так и искусственной, в зависимости от потребного общего воздухообмена помещения.

При разработке принципиальных схем вентиляции учитывают следующие требования:

удаление особо опасных, вредных, пожаро- и взрывоопасных веществ необходимо осуществлять непосредственно от мест их образования и выделения;

воздухозаборы местной вытяжной вентиляции должны располагаться на высоте не более 2 м от уровня пола, общеобменной вентиляции в нижней зоне помещения — на высоте 0,3 м от уровня пола, общеобменной вентиляции в верхней зоне помещения — не ниже 0,4 м от перекрытия;

воздухоподающие устройства в системах местной приточной вентиляции должны быть расположены так, чтобы поток воздуха омывал голову и туловище человека и был направлен горизонтально или сверху вниз под углом около 30° ;

воздухоподающие устройства общей вентиляции должны обеспечивать подачу воздуха в зоны, в которых наибольшее число рабочих находится наиболее продолжительное время с использованием схем воздухообмена (рис. 1.11);

в производственных помещениях для размещения участков, цехов, отделений все технологическое оборудование, являющееся источником выделений вредных веществ, а также все рабочие места, на которых производятся работы с выделением вредных веществ, должны оборудоваться местной вытяжной вентиляцией (отсосом) с механическим побуждением.

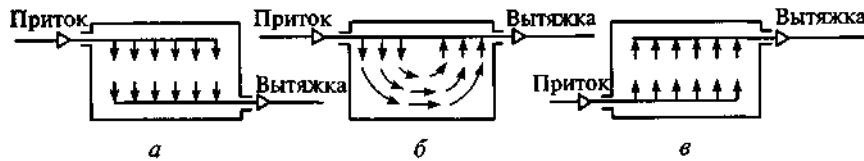


Рис. 1.11. Схемы организации воздухообмена при общеобменной вентиляции:

a — рассредоточенная пассивная сверху вниз; *b* — рассредоточенная активная сверху вверх; *c* — рассредоточенная пассивная снизу вверх

Производительность вентиляционной системы определяется потребным расходом приточного или удаляемого из помещения воздуха, обеспечивающим допустимые условия труда по критериям вредности или опасности загрязнения воздушной среды.

В производственных помещениях с избытками теплоты потребный расход удаляемого или приточного воздуха L_T , м³/ч, определяется по формуле

$$L_T = Q_{\text{изб.т}} / C_v \rho_v (t_y - t_n),$$

где $Q_{\text{изб.т}}$ — явная избыточная теплота, кДж/ч; C_v — массовая удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С), (при нормальном атмосферном давлении $C_v = 1,005$ кДж/(кг·°С)); ρ_v — плотность удаляемого или приточного воздуха, кг/м³; t_y , t_n — соответственно температуры удаляемого и приточного воздуха, °С.

В производственных помещениях с избытками влаговыделений требуемый воздухообмен $L_{\text{вл}}$, м³/ч, рассчитывается по формуле

$$L_{\text{вл}} = W / \rho_v (d_y - d_n),$$

где W — количество поступающего водяного пара в помещение, г/ч; d_y , d_n — соответственно влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг.

При определении потребного воздухообмена $L_{\text{вв}}$, м³/ч, для помещений с выделением вредных веществ используют формулу

$$L_{\text{вв}} = m_{\text{вв}i} / (c_{\text{уд}i} - c_{\text{п}i}),$$

где $m_{\text{вв}i}$ — выбросы i -го вредного вещества в воздух помещения, мг/ч; $c_{\text{уд}i}$, $c_{\text{п}i}$ — соответственно концентрация i -го вредного вещества в удаляемом и приточном воздухе, мг/м³.

Концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе $c_{\text{уд}}$ принимается равной ПДК соответствующего вещества в воздухе рабочей зоны.

Минимальный воздухообмен $L_{\text{чел}}$, м³/ч, по нормируемому удельному расходу воздуха на одного человека в помещении рассчитывается по формуле

$$L_{\text{чел}} = m N,$$

где m — удельный расход наружного воздуха на одного работающего в помещении, м³/ч; N — количество работающих в помещении в смену.

Для помещений с естественным проветриванием $m = 30$ м³/ч при объеме помещения $V_n < 20$ м³ на человека и $m = 20$ м³/ч при $V_n \geq 20$ м³ на одного человека. Для помещений без естественного проветривания:

$m = 60$ м³/ч — для систем вентиляции без рециркуляции воздуха или с рециркуляцией 80 % воздуха при кратности воздухообмена менее 10 обменов/ч;

$m = 90$ м³/ч — для систем с рециркуляцией 85 % воздуха при кратности воздухообмена менее 10 обменов/ч;

$m = 120$ м³/ч — для систем с рециркуляцией 90 % воздуха при кратности воздухообмена менее 10 обменов/ч.

Кратность воздухообмена в помещении n , обмен/ч, определяется по формуле

$$n = L / V_n.$$

Кратность воздухообмена является одним из критериев достаточности расхода удаляемого воздуха.

Для предприятий рекомендуются следующие значения кратности воздухообмена:

для производственных помещений $n \geq 1,0$ обмен/ч;

для санитарно-бытовых помещений (туалетов) $n = 5 \dots 7$ обмен/ч;

для иных помещений $n \geq 1,0$ обмен/ч;

для административных помещений — не нормируется.

Системы отопления производственных, административных, санитарно-бытовых и иных помещений должны обеспечивать в холодный период года компенсацию их теплонедостатков, нормативные параметры микроклимата и пожарную безопасность. На предприятиях используется воздушное, водяное и паровое отопление — в производственных помещениях; водяное и местное электрическое отопление — в административно-бытовых помещениях.

Температура теплоносителя должна быть не более: в системе воздушного отопления — 45 °С (при расстоянии до рабочего места менее 2 м), 70 °С (при высоте подачи теплого воздуха более 3,5 м); в системе водяного отопления — 150 °С (для производственных помещений), 95 °С (для административно-бытовых корпусов — АБК); в паровом отоплении — 130 °С.

Для предотвращения пожаров во взрыво- и пожароопасных помещениях должны применяться отопительные приборы с температурой поверхности не менее чем на 20 % ниже температуры самовоспламеняющихся газов, паров, аэрозолей или пыли, выполненные в виде гладких труб. В помещениях категории А, Б, В отопительные приборы должны устанавливаться на расстоянии не менее 100 мм от стен; устройство их в стеновых нишах не допускается.

В помещениях для хранения баллонов со сжатым или сжиженным газом, в складских помещениях категории А, Б, В, кладовых горючих материалов, а также в местах, отведенных в производственных помещениях для складирования горючих материалов, отопительные приборы следует ограждать экранами из негорючих материалов, предусматривая доступ к ним для очистки.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует предусматривать у ворот зданий, открывающихся более 5 раз, или не менее чем на 400 мин в смену, у наружных ворот, дверей и проемов помещений с мокрым режимом (например, мойка автомобилей). Температура воздуха в воздушных завесах должна быть не более 50 °С у наружных дверей и не более 70 °С у наружных ворот. Скорость выпуска воздуха из щелей завес: 8 м/с — у дверей; 25 м/с — у ворот.

В больших помещениях, расположенных в производственных корпусах, должно предусматриваться отопление, совмещенное с вентиляцией.

1.7. Освещение и цветовой климат в производственной среде

Основные понятия и светотехнические характеристики. Ощущение света при воздействии на глаза человека вызывают электромагнитные волны так называемого оптического диапазона. Область оптических электромагнитных излучений расположена между областями рентгеновских и радиоизлучений. Видимая часть оптических излучений лежит в диапазоне длин волн от 380 до 760 нм. С одной стороны к ней примыкает область ультрафиолетовых, а с другой — инфракрасных излучений. В видимой области спектра электромагнитных волн каждой длине волны соответствует определенный цвет — от фиолетового (380—450 нм) до красного (620—760 нм). Свет, видимый как белый, имеет сложный спектральный состав, состоящий из волн различной длины.

Свет (освещение) характеризуется количественными и качественными показателями. К основным количественным показателям относятся световой поток, сила света, освещенность и яркость.

Световым потоком Φ называется лучистый поток, который воспринимается человеком или приборами как свет и характеризуется мощностью источника светового излучения. Световой поток измеряется в люменах (лм).

Силой света J называется пространственная плотность светового потока, определяемая как отношение приращения светового потока $d\langle\Phi\rangle$, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла:

$$J = d\Phi/d\Omega.$$

Сила света измеряется в канделах (кд).

Освещенность E — поверхностная плотность светового потока, определяемая как отношение светового потока $d\Phi$, равномерно распределяющегося на площади dS , перпендикулярной направлению распределения света. Освещенность измеряется в люксах (лк).

Яркость L поверхности, расположенной под углом α к нормали, представляет собой производную силы света, излучающей, светящейся или освещаемой поверхности по площади проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную направлению распространения света. Яркость измеряется в кд/м².

Яркость — та из световых характеристик источника света или освещаемой поверхности, на которую непосредственно реагируют глаза. Яркость, превышающая 16 500 кд/м², обладает так называемой абсолютной блескостью, так как глаза человека ни при каких условиях приспособиться к ней не могут. Яркость, равная 30000 кд/м², относится к слепящей. Гигиенически приемлемой является яркость до 5 000 кд/м².

Качество освещения характеризуется большим числом признаков, в значительной степени взаимосвязанных, в числе которых: прямая и отраженная блескость, ослепленность, постоянство освещенности и пульсация света, спектральный состав света, направление света и равномерность освещения, глубина теней и др.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, т.е.

$$V = \frac{K}{K_{\text{пор}}}$$

где $K_{\text{пор}}$ — пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при дальнейшем уменьшении которого объект нельзя различить на данном фоне.

Блескостью называется свойство светящихся поверхностей вызывать ухудшение уровня видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости поверхности и вуалирующего действия, снижающего контраст между объектом и фоном.

Ослепленность — состояние глаз, возникшее в результате воздействия блескости. Показатель ослепленности P_0 — критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой:

$$P_0 = 1000(V_1/V_2 - 1),$$

где V_1 и V_2 — видимость объекта различения соответственно при наличии экранированных и ярких источников света в поле зрения (экранирование источников света осуществляется с помощью Щитков, экранов и т.д.).

При адаптации глаз на малую освещенность даже небольшие яркости могут вызывать блескость поверхностей, а резкий переход из темноты в пространство с ярким светом — временную ослепленность.

Коэффициент пульсации освещенности κ_E — это показатель амплитуды колебаний освещенности в расчетной точке в результате изменения во времени светового потока:

$$\kappa_E = 100 (E_{\text{таx}} - E^{\wedge} \text{ДгЕер}),$$

где $E_{\text{таx}}$, E_{min} , E_{cp} — наибольшее, наименьшее и среднее значения освещенности за период колебаний.

Коэффициент пульсации составляет: для ламп накаливания — 7 %; для люминесцентных ламп — от 25 до 65 %.

Падающий на тело световой поток частично отражается им, частично поглощается, частично пропускается сквозь среду тела. Для характеристики этих свойств тел и их поверхностей введены определенные понятия и соответствующие коэффициенты, как правило, измеряемые в процентах или долях единицы.

Фон — это поверхность заднего плана, на которой происходит различение объекта. Фон можно охарактеризовать способностью конкретной поверхности отражать падающий на нее световой поток.

Коэффициент отражения ρ определяется как отношение отраженного от фоновой поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{\text{пад}}$ $\rho = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}$. В зависимости от цвета и фактуры фона коэффициент отражения изменяется в пределах 0,02...0,95; при $\rho > 0,4$ фон считается светлым; при $\rho = 0,2...0,4$ — средним и при $\rho < 0,2$ — темным.

Контраст объекта с фоном κ — степень различения объекта и фона. Этот параметр характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта L_x и фона L_f :

$$\kappa = (L_1 - L_2) / L_1.$$

Контраст считается большим, если $\kappa > 0,5$ (в этом случае объект резко отличается от фона). При $\kappa = 0,2...0,5$, когда объект и фон зрительно можно отличить по яркости, контраст считается средним. Контраст считается малым, если $\kappa < 0,2$ (в этом случае объект слабо отличается от фона).

Свет, как и любое другое физическое воздействие, может по-разному воздействовать на человеческий организм; при этом характер воздействия во многом определяется природой источника света.

Естественный свет (рассеянный свет небосвода) и солнечная инсоляция (прямые лучи Солнца) имеют особую биологическую значимость. Данные научных исследований свидетельствуют об их существенном влиянии на биосинтез гормонов; прямом воздействии фотонов на нервные окончания, приводящем к активизации метаболических процессов и регуляции функций организма; роли поглощенных фотонов в биоэнергетическом обеспечении организма; значении качества света для поддержания биоритмов организма; значительном психологическом воздействии на организм и др.

При длительном недостатке естественного света человек начинает испытывать дискомфорт, возникает синдром «солнечного голодания», снижается устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов химической, физической и бактериологической среды, а также стрессовых ситуаций.

Оптическое излучение искусственных источников, применяемых для освещения, отличается по спектру от естественного излучения. В нем отсутствует ультрафиолетовый поток и разнится спектр видимого света.

Наибольшим отличием от естественного характеризуется свет от ламп накаливания; свет от газоразрядных ламп низкого и высокого давления в большей мере приближен по спектру к естественному дневному свету.

Сравнительная гигиеническая оценка различных соотношений естественного и искусственного света в общем совмещенном освещении показала, что даже при высокой суммарной интенсивности освещения (до 1000 лк) замена части естественного освещения искусственным, полученным с помощью люминесцентных ламп, отражается на состоянии человека (повышает степень утомления, снижает производительность труда) при выполнении зрительной и умственной работы. Особенно неблагоприятное воздействие на состояние человека оказывает недостаток естественного света, когда его доля составляет менее 200 — 250 лк.

Для человека вредным является как недостаточный уровень освещенности среды обитания, в том числе и производственной среды, так и наличие в ней достаточно мощных по световому потоку источников света (если смотреть на мощный источник света незащищенными глазами, то возможно поражение глаз, приводящее к временной или полной потере зрения).

Уровень и характеристики освещенности на рабочем месте оказывают значительное влияние на самочувствие и настроение работающих. От освещенности зависит производительность труда и безопасность работающих.

Увеличение освещенности рабочих поверхностей улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, повышает скорость различения деталей. Так, при увеличении освещенности на сборочном конвейере с 30 до 75 лк производительность труда повышается примерно на 10%. При увеличении освещенности до 100 лк производительность увеличивается примерно на 30 %.

Неправильно организованное или недостаточное освещение наносит вред зрению работающих; может стать причиной таких заболеваний, как близорукость, спазм, аккомодация, зрительное утомление и др.; понижает зрительную и физическую работоспособность; увеличивает число ошибочных действий персонала, что может привести к авариям и несчастным случаям. Неравномерное освещение создает условия, при которых увеличиваются вероят-

ность механических повреждений работающих, вероятность соприкосновения с проводами, находящимися под напряжением, и т.д. Резкие тени искажают размеры и форму объектов, окружающих работающего, увеличивают утомляемость, повышают риск механического травмирования.

Для освещения производственных помещений применяются естественный, искусственный и совмещенный виды освещения.

Естественное освещение — освещение помещений солнечным светом (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждениях.

Искусственное освещение — освещение помещений светильниками с электрическими источниками света.

Совмещенное освещение — освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Гигиенические требования к производственному освещению основаны на психофизиологических особенностях восприятия света. Эти требования сформулированы в строительных нормах и правилах СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Для установления нормативных значений показателей производственного освещения введены понятия «характеристика зрительной работы» и «разряд зрительной работы».

Характеристика зрительной работы (наивысшей точности, очень высокой точности, высокой точности, средней точности, малой точности и др.) определяется размером объекта различения — рассматриваемого предмета, отдельной его части или дефекта, которые требуется различать в процессе работы.

Разряд зрительной работы (от 1 до 8 с подразрядами *a, б, в, г*) — группа зрительных работ соответствующей характеристики, выполняемых с объектами определенного контраста (малого, среднего, большого) на поверхностях заданного фона (светлого, среднего, темного).

Производственные помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Оно может не предусматриваться в кладовых, санитарно-бытовых и вспомогательных технических помещениях, коридорах, помещениях для обработки фотоматериалов, комнатах для звукозаписи и других специальных помещениях, а также в помещениях, размещение которых разрешено в подвальных и цокольных этажах зданий.

В производственных помещениях со зрительной работой 1—3-го разрядов в обязательном порядке должно устраиваться совмещенное освещение. Источники света в осветительных установках искусственного освещения должны обеспечивать спектральный состав света, близкий к естественному. Уровень освещения помещений должен соответствовать характеристике и разряду зрительных работ, а также производственному назначению помещения.

Необходимо стремиться к равномерному распределению яркости рабочих поверхностей и окружающих предметов. Необходимость постоянной переадаптации глаз вызывает их утомление и, следовательно, приводит к снижению производительности труда. В поле зрения работающего не должно быть блестящих поверхностей, которые отвлекают внимание и могут вызвать ослепление и ухудшение видимости объектов различения. Устранение данных факторов достигается регулированием высоты установки (подвеса) светильников, изменением направления подачи светового потока на рабочие места, а также изменением угла наклона рабочих поверхностей.

В производственных помещениях недопустимо освещение рабочих мест прямыми солнечными лучами из-за их слепящего действия. При повышенной солнечной инсоляции окна помещений должны оборудоваться дополнительными солнцезащитными элементами.

Освещение должно быть равномерным. Коэффициент неравномерности, равный отношению наибольшей освещенности на рабочем месте к наименьшему значению этого параметра не должен превышать: для работ 1—3-го разрядов — 1,3; для работ 4—7-го разрядов — 1,5 при люминесцентных лампах и, соответственно, 1,5 и 2,0 — при других источниках света. Резкие тени должны полностью устраняться.

Для обеспечения равномерности освещения в дневное время рекомендуется использовать совмещенное освещение. Тени можно смягчить использованием специальных светильников, снабженных светорассеивающими молочными стеклами.

Естественное освещение. Различают три вида естественного освещения: верхнее, боковое и комбинированное, сочетающее верхнее и боковое. На предприятиях боковое освещение осуществляется через застекление наружных стен здания. При верхнем освещении световые проемы — фонари — располагаются в потолочной части здания.

Естественное освещение характерно тем, что создаваемая в помещениях освещенность изменяется в чрезвычайно широких пределах. Эти изменения обусловлены временем дня, периодом года и метеорологическими факторами — состоянием облачности и отражающими свойствами земного покрова.

Освещенность отдельных точек по площади помещения неравномерна и зависит от вида освещения (рис. 1.12). Наибольшей неравномерностью освещения по глубине помещения обладает одностороннее боковое освещение, наименьшей — комбинированное освещение с двусторонним боковым освещением.

Основной характеристикой систем естественного освещения является коэффициент естественной освещенности (КЕО) — относительная величина, которая практически не зависит от сезон-

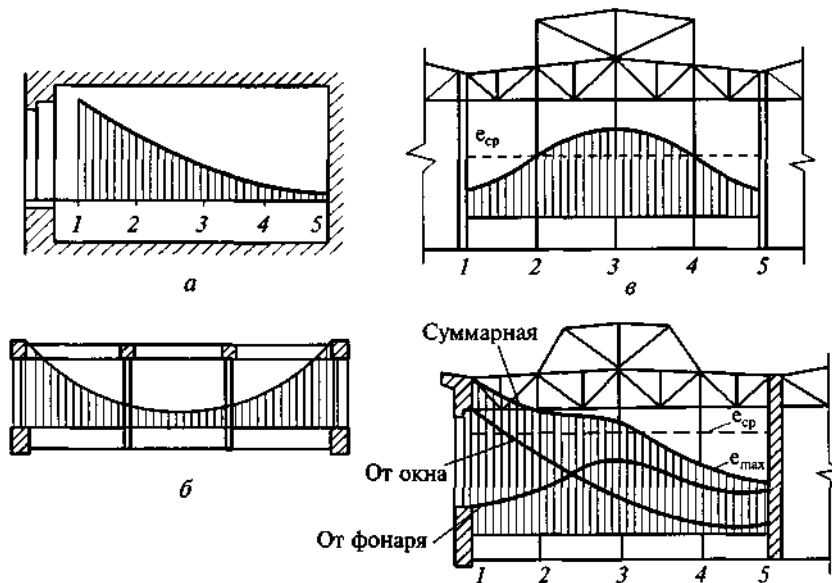


Рис. 1.12. Кривые светораспределения при естественном освещении производственных помещений:

а — боковое одностороннее освещение; *б* — боковое двустороннее освещение; *в* — верхнее освещение; *г* — комбинированное освещение (с односторонним боковым освещением); $e_{ср}$, e_{max} — коэффициент естественной освещенности

ных и суточных изменений наружной освещенности. Коэффициент естественной освещенности e , %, определяют по выражению

$$e = 100(E_v / E_n),$$

где E_v — освещенность на рабочем месте, находящемся внутри производственного помещения, лк; E_n — наружная освещенность естественным светом на незатененной горизонтальной поверхности, лк.

Нормирование КЕО производится отдельно для бокового, верхнего и комбинированного освещения.

Для небольших помещений при одностороннем боковом освещении КЕО нормируется в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости, проведенной через середину светового проема, и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, противоположной наружной стене. За условную рабочую поверхность принимается горизонтальная плоскость, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

Для помещений с двусторонним боковым освещением нормирование освещения производится в точке, находящейся посередине помещения.

В крупногабаритных помещениях с боковым освещением минимальное значение КЕО нормируется в точке, удаленной от световых проемов на расстояние: полторы высоты помещения для работ 1 — 4-го разрядов; две высоты помещения для работ 5 — 7-го разрядов и три высоты помещения для работ 8-го разряда.

При верхнем или комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола), на расстоянии не менее 1 м от стен или колонн. Пример нормирования естественного освещения приведен в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Нормируемые значения коэффициента естественного освещения для бокового, верхнего и совмещенного освещения (группа №1 административных районов)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Верхнее или комбинированное	Боковое	Верхнее или комбинированное	Боковое
Наивысшей точности	Менее 0,15	1	Любой	Любой	Любой			6,0	2,0
Средней точности	От 0,5 до 1,0	4	»	»	»	4,0	1,5	2,4	0,9
Малой точности	От 1 до 5,0	5	»	»	»	3	1,0	1,8	0,6

Основной задачей светотехнических расчетов для естественного освещения является определение необходимой площади световых проемов.

При боковом освещении требуемая площадь окон $S_{ок}$ рассчитывается по выражению

$$S_{ок} = S_n e_n \varepsilon_{ок} k_{зд} k_3 / (100 \rho_{т.общ}),$$

где S_n — площадь пола помещений, м²; e_n — нормативное значение КЕО, %; $\varepsilon_{ок}$ — коэффициент световой активности оконного проема; $k_{зд}$ — коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями; k_3 — коэффициент запаса, учитывающий запыленность помещений, расположение стекол (наклон-

но, горизонтально, вертикально) и периодичность их очистки; p — коэффициент, учитывающий влияние отраженного света, который определяется с учетом геометрических размеров помещения, окон и отражательной способности стен, потолка и пола; $\tau_{\text{общ}}$ — общий коэффициент светопропускания, который определяется в зависимости от коэффициента светопропускания окон, потерь света в элементах конструкции окон, слоя их загрязнения, конструкции несущих и затеняющих конструкций, находящихся перед окнами.

Рекомендуемые отношения общей площади световых проемов к площади пола производственного помещения:

Разряд зрительной работы	
1.....	1/3-1/4
2.....	1/4-1/5
3.....	1/5-1/6
4.....	1/6-1/7
5.....	1/7-1/8
6-8.....	1/8-1/10

Искусственное освещение. Искусственное освещение по размещению светильников в помещении и распределению светового потока бывает трех видов: общее, местное и комбинированное.

Общее освещение — освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения на высоте более 2 м над полом. Различают общее равномерное освещение, когда световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест, и общее локализованное освещение — с учетом расположения рабочих мест. Общее равномерное освещение применяют в помещениях, где на всей площади выполняются однотипные работы, а также в административных, конторских и складских помещениях.

При выполнении точных работ, требующих значительного зрительного напряжения (например, чертежных, сборочных, токарных), когда при общем освещении создаются глубокие тени, затрудняющие работу, наряду с общим применяют также местное освещение.

Местное освещение — освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, которые концентрируют световой поток непосредственно на рабочую поверхность. Это освещение создается специальными светильниками, установленными на оборудовании или над рабочим столом (верстаком и т.п.). Применение для производственного освещения только местного освещения не допускается, так как оно при отсутствии общего освещения приводит к появлению глубоких теней, тем самым способствуя возникновению опасных ситуаций на рабочих местах.

Комбинированное освещение — совокупность местного и общего освещения.

По назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное и специальное.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения выполнения операций, сопряженных со зрительной работой, перемещения транспорта и людей. Без производственного освещения не разрешается приступать к выполнению каких-либо работ.

Аварийное освещение предназначено для использования в производственных помещениях в случаях прекращения действия рабочего освещения. Включение аварийного освещения позволяет предотвратить нарушение технологического процесса, аварию, повреждение техники или несчастный случай. Освещенность в рабочем помещении при аварийном освещении должна быть не менее 5 % от нормальной освещенности и составлять 2 лк и более.

Специальное освещение, в свою очередь, подразделяется на эвакуационное, сигнальное, бактерицидное, дежурное, охранное, наружное и др.-Эвакуационное освещение предназначено для освещения путей эвакуации из помещения людей и техники в чрезвычайных ситуациях, при отключении рабочего освещения. Оно создается там, где имеются опасности, которые могут затруднять вывод персонала. Предусматривается эвакуационное освещение в цехах с числом работающих не менее 50 чел. Минимальная освещенность при этом должна быть равна: в опасных местах, на лестницах и переходах — 0,5 лк, на открытом пространстве — не менее 0,2 лк;- Сигнальное освещение предупреждает об опасности или ограничивает путь безопасного передвижения. -В качестве специального бактерицидного освещения применяется обычно освещение, в спектральном составе которого большое место занимает ультрафиолетовое излучение. Оно применяется для уничтожения микробов в воздухе или в воде, а также в продуктах питания.

В качестве источников света в условиях производства и в быту используют лампы накаливания и газоразрядные лампы, главными характеристиками которых являются мощность, создаваемый световой поток, срок службы и световая отдача (измеряется в лм/Вт и характеризует коэффициент полезного действия лампы).

Наиболее простыми и надежными в эксплуатации являются лампы накаливания (ЛН). Их недостатки заключаются в значительном отличии спектрального состава света от естественного освещения, небольшой продолжительности эксплуатации (около 2 500 ч) и низком коэффициенте светоотдачи (около 20 лм/Вт). Гораздо более экономичными являются газоразрядные лампы (люминесцентные, галогенные и дуговые ртутные лампы), световая отдача которых значительно выше — около 110 лм/Вт, а срок службы достигает 12 000 ч. Свет ламп по своим спектральным характеристикам гораздо ближе к дневному свету.

Газоразрядные лампы наряду с достоинствами имеют и ряд существенных недостатков. Данные источники света требуют не-

которого времени для выхода на заданный режим, отличаются наличием пульсаций светового потока (эффект мерцания) с частотой, равной частоте промышленного тока. Это в ряде случаев приводит к стробоскопическому эффекту, т.е. созданию ложного впечатления о движении освещаемых предметов. Например, вращающиеся с аналогичной частотой маховики могут при освещении газоразрядными лампами казаться неподвижными или вращающимися замедленно. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести также то, что для их включения необходимы специальные устройства. Для стабилизации во времени светового потока газоразрядных ламп используют схемы, включающие балластное, емкостное или индуктивное сопротивление. Для пуска таких ламп требуется более высокое напряжение, чем создаваемое электрической сетью, а это приводит к необходимости дополнительного усложнения схем питания.

На предприятиях и в бытовых условиях часто используются люминесцентные лампы (ЛЛ). Люминесцентная лампа представляет собой трубку из стекла, заполненную парами ртути, которые под действием электрического разряда испускают ультрафиолетовое излучение. На внутренней поверхности трубки имеется слой люминофора — вещества, преобразующего ультрафиолетовое излучение в свет видимой части спектра. Эти лампы дают нормальный световой поток, предусмотренный паспортом, только при соблюдении параметров микроклимата, указанных в инструкции (так, температура воздуха в помещении должна находиться в пределах 5...25 °С).

Дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ) свободны от этого недостатка за счет увеличения давления газа в колбе, что обуславливает изменение условий зажигания электрического разряда внутри лампы. Но данные лампы дают неестественное белесое освещение, искажающее цветопередачу. Этому недостатка лишены металлогалогеновые лампы, в колбах которых содержатся соединения металлов галогеновой группы (ДРИ — дуговые ртутные с полным циклом).

Существуют лампы большой световой мощности (ксеноновые и натриевые), которые нельзя использовать в помещениях ввиду опасности их взрыва из-за большого давления внутреннего газа и значительной доли ультрафиолетового излучения.

В соответствии с СНиП 23-05-95 для освещения производственных и складских помещений, как правило, следует предусматривать светильники с газоразрядными лампами низкого и высокого давления (люминесцентные, ДРЛ, металлогалогенные, натриевые). В случаях невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных источников света допускается использование ламп накаливания. В помещениях, где ведутся работы, требующие различения цветов и оттенков, необходимо применять лампы, обеспечивающие повышенную цветопередачу: люми-

несцентные — типов ЛБ, ЛХБ, ЛД, ЛДЦ, лампы ДРЛ, а также лампы накаливания, мало искажающие цвет объекта различения.

В помещениях, где осуществляются станочные, слесарные, сборочно-разборочные и ремонтные работы над деталями, узлами, сборочными единицами или агрегатами, рабочие места должны иметь местное освещение. Размещение светильников местного освещения по высоте над рабочей поверхностью и в пространстве должно определяться конкретным видом оборудования, разрядом зрительной работы и объектом различения (поверхность детали, деталь, чертеж и др.). Для общего освещения в системе комбинированного следует предусматривать газоразрядные лампы независимо от источника местного освещения.

Источники искусственного света (светильники) для производственных и вспомогательных помещений представляют собой устройства, содержащие лампы и арматуру, выполненные по различным конструктивно-светотехническим схемам с различными покрытиями отражателей, материалами рассеивателей, степенями защиты от пыли, воды и взрыва, а также имеющие различные габаритные размеры и способы крепления. Светильники, электрооборудование и сети осветительных установок должны соответствовать условиям окружающей среды, обеспечивать взрыво-, пожаро- и электробезопасность, иметь в необходимых случаях защиту от механических повреждений.

Светильники можно характеризовать особенностями распределения силы света в пространстве, способностью выравнивать поля их яркости, степенью обеспечения необходимой концентрации светового потока. Некоторые типы светильников для промышленных предприятий показаны на рис. 1.13.

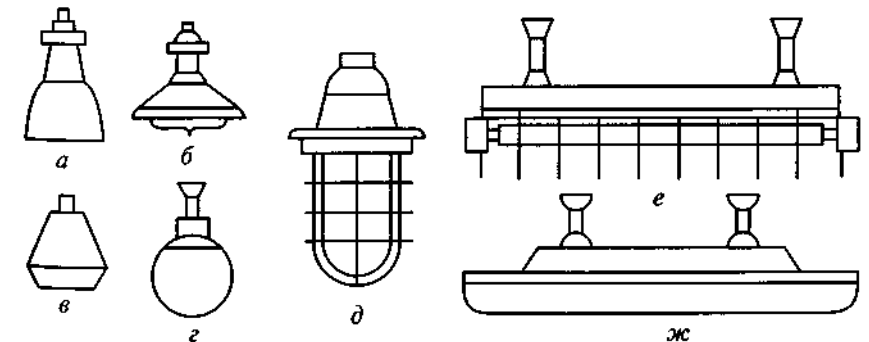


Рис. 1.13. Светильники с лампами накаливания для производственных помещений (а — УПД; б — УПМ); с лампами накаливания для административных и санитарно-бытовых помещений (в — НСП-07; г — ПО-2); с лампами накаливания для сырых помещений и наружного освещения (д — ВЗГ); с люминесцентными лампами для производственных помещений (е - ЛСП-02 - 2x40; ж — ПВЛП)

Основные требования, предъявляемые к размещению светильников:

создание нормируемой освещенности наиболее экономичным путем;

соблюдение необходимого качества освещения (равномерность, направление света, ограничение пульсации, блескости, теней и др.); безопасный и удобный доступ для обслуживания; надежность крепления.

Светильники с лампами накаливания, ДРЛ и ДРИ в системе общего равномерного и комбинированного освещения, как правило, располагают в шахматном порядке или по углам прямоугольника (квадрата), а с люминесцентными лампами — непрерывными рядами под перекрытием в горизонтальной плоскости и по отдельности на стенах.

Рекомендуется выбирать следующую высоту h установки светильников: $h = 2,5$ м — при установке на стойках вдоль технологических площадок; $h < 3,5$ м — при установке на колоннах, стенах и потолках помещений; $h = 2,1$ м — при установке вблизи открытых токоведущих частей.

Для светильников с лампами накаливания рекомендуется следующая высота установки: от 2,5 до 4 м — при мощности ламп до 200 Вт; от 3,0 до 6 м — при мощности ламп более 200 Вт.

Расчет осветительных установок проводится различными методами в зависимости от вида светильников, вида освещения и требуемой точности.

Расчет освещения. Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов.

Потребный световой поток ламп в каждом светильнике Φ , лм, находится по формуле

$$\Phi = \frac{E_n S Z K_z \cdot 1000}{N \eta},$$

где E_n — нормированное значение освещенности, лк; S — освещаемая площадь помещения, m^2 ; Z — коэффициент неравномерности освещения; K_z — коэффициент запаса; N — число светильников; η — коэффициент использования светового потока осветительной системы, %.

Коэффициент использования η зависит от типа светильника, размеров помещения, высоты подвеса светильников, отражающих способностей потолка, стен, пола.

Так как число типоразмеров светильников, выпускаемых промышленностью, значительно, то при расчетах пользуются усредненными значениями коэффициентов использования для группы светильников, имеющих сходные характеристики.

Метод удельной мощности — упрощенная форма метода коэффициента использования — может быть использована для расчета общего равномерного освещения. Этот метод рекомендуется для производственных и вспомогательных помещений, для которых не требуется повышенная точность расчета освещения.

Удельная мощность W , Вт/ m^2 , является важнейшим энергетическим показателем светильника. Она показывает, какая электрическая мощность источников света требуется для создания заданной освещенности площади 1 m^2 , если известны: номинальная мощность ламп в светильнике; количество светильников; общая площадь помещения; высота подвеса светильников; коэффициент запаса; отражающие свойства потолка, стен и пола.

Расчетная формула имеет вид

$$N = \frac{WS}{nP_n},$$

где N — количество светильников, шт; W — удельная мощность осветительной установки, Вт/ m^2 ; S — освещаемая площадь, m^2 ; n — количество ламп в светильнике; P_n — номинальная мощность одной лампы, Вт.

Значения удельной мощности W для типовых конструкций светильников приведены в справочной литературе.

1.8. Акустические колебания и вибрации

Производственный шум и его нормирование. Акустические (звуковые) колебания какой-либо среды (твердой, жидкой или газообразной) возникают при нарушении ее стационарного состояния под действием возмущающей силы.

Звук распространяется в области пространства, называемой звуковым полем. Во время акустических колебаний в поле возникают области повышенного и пониженного давления среды. В каждой точке звукового поля давление и скорость движения частиц изменяются во времени.

Звуковым давлением P , Па, является разность между мгновенным и средним значениями давления, которое наблюдают в невозмущенной среде. Скорость движения частиц определяет колебательную скорость, а число колебаний в секунду — частоту звука f Гц.

В акустике непрерывные спектры частот звуковых колебаний условно разбивают на октавные полосы. В октавной полосе верхняя граничная частота f_b в два раза больше нижней частоты f_n , т.е. $f_b/f_n = 2$. Каждая октавная полоса характеризуется среднегеометрической частотой

$$F_{сг} = (f_b f_n)^{0,5}.$$

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии. Средний поток энергии в точке, находящейся в звуковом поле, прошедший за единицу времени, нормально к направлению распространения, отнесенный к единице площади поверхности, называется *интенсивностью звука* в данной точке I , Вт/м². Связь между интенсивностью звука и звуковым давлением определяется зависимостью

$$I = P_{\text{эф}}^2 / (\rho a),$$

где $P_{\text{эф}}$ — среднеквадратичное значение звукового давления, Па; ρ — плотность среды, кг/м³; a — скорость звука, м/с.

Слуховой орган человека воспринимает в виде *слышимого звука* колебания упругой среды, имеющие частоту примерно от 16 Гц до 20 кГц, но наиболее важный для слухового восприятия интервал лежит в пределах от 45 Гц до 10 кГц.

Восприятие человеком звука зависит не только от его частоты, но и от интенсивности и звукового давления. Наименьшая интенсивность I_0 и звуковое давление P_0 , которые воспринимает человек, называются порогом слышимости. Пороговые значения I_0 и P_0 зависят от частоты звука. При частоте 1000 Гц $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. При звуковом давлении $2 \cdot 10^2$ Па и интенсивности звука 10 Вт/м² возникают болевые ощущения (болевой порог).

Так как величина звукового давления и интенсивность звука изменяются в широких пределах (соответственно в 10^8 и 10^{16} раз), в акустике применяют логарифмические значения данных параметров — L_h , L_p , имеющие размерность *децибел* (дБ).

$$L_I = 10 \lg(I/I_0),$$

$$L_p = 10 \lg(P_{\text{эф}}^2/P_0^2) = 20 \lg(P_{\text{эф}}/P_0).$$

Уровнями интенсивности звука оперируют при выполнении акустических расчетов, а уровнями звукового давления — при измерении шума и оценке его воздействия на человека. Это обусловлено тем, что звуковое ощущение человека пропорционально десятичному логарифму величины среднеквадратичного давления звука.

Субъективное восприятие звука человеком зависит от сочетания интенсивности, давления и частоты акустических колебаний. Так, звуки малой частоты человек воспринимает как менее громкие по сравнению со звуками большой частоты той же интенсивности. Поэтому для оценки субъективного ощущения громкости звука введено понятие «уровень громкости», который отсчитывается от условного нулевого порога. Единицей уровня громкости является фон. На частоте 1 000 Гц уровень громкости (в фонах) совпадает с уровнем звукового давления (в децибелах). Уровень громкости является физиологической характеристикой акустиче-

ских колебаний слышимого диапазона частот. По результатам специальных физиологических исследований установлены уровни громкости любого звука в зависимости от уровня звукового давления и частоты звука, что позволило провести гигиеническое нормирование звука по этим параметрам.

Акустические колебания слышимого диапазона частот могут нести полезную информацию для человека или мешать воспринимать ее (такой звук мы называем шумом).

Шум — беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков, мешающих воспринимать полезную информацию. Источниками производственного шума являются работающее оборудование и выполняющиеся технологические процессы, которые вызывают местное изменение давления или механические колебания в твердых, жидких или газообразных средах. Увеличение шумового воздействия на человека связано в основном с применением нового высокопроизводительного оборудования, механизацией и автоматизацией трудовых процессов — переходом на большие скорости при эксплуатации различных станков и агрегатов.

По временным характеристикам шумы делятся на постоянные (уровень звука за 8-часовой рабочий день изменяется незначительно) и непостоянные; по спектральному составу — на низкочастотные (максимум звуковой энергии приходится на частоты ниже 400 Гц), среднечастотные (максимум звуковой энергии находится на частотах от 400 до 1000 Гц) и высокочастотные (максимум звуковой энергии находится на частотах выше 1000 Гц). По характеру шумы могут быть стабильными, импульсными или тональными, т.е. имеющими определенную высоту.

Механизм действия шума на организм сложен и недостаточно изучен. Когда речь идет о влиянии шума, то обычно основное внимание уделяют состоянию органа слуха, так как слуховой анализатор в первую очередь воспринимает звуковые колебания и поражение его является адекватным действием шума на организм. Наряду с органом слуха восприятие звуковых колебаний частично может осуществляться и через кожный покров рецепторами вибрационной чувствительности. Имеются наблюдения, что люди, лишенные слуха, при прикосновении к источникам, генерирующим звуки, не только ощущают последние, но и могут оценивать звуковые сигналы определенного характера.

Шум с уровнем звукового давления 30—35 дБ привычен для человека и не причиняет ему беспокойства. Уровень шума 40—75 дБ создает заметную нагрузку на нервную систему, а при длительном воздействии может вызвать ухудшение самочувствия. Шум свыше 75 дБ может вызвать профессиональную тугоухость, при 140 дБ возникает большая вероятность повреждения барабанной перепонки, при 160 дБ вполне возможна контузия и смерть.

Предельно допустимые уровни звукового давления и уровни звука для отдельных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности (рабочие места)	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности; административно-управленческая деятельность; измерительные и аналитические работы в лаборатории (рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, конторских помещениях, лабораториях)	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Приборы для измерения уровня шума используют при определении соответствия рабочих мест нормативным требованиям и разработке мероприятий по защите трудящихся от шумовых воздействий. Шумомер оборудован микрофоном для восприятия звуковых колебаний, которые после усиления и частотного фильтрация регистрируются с помощью гальванометра. Диапазон уровня шума, который обычно имеют шумомеры, составляет 30—130 дБ. При этом диапазон частот контролируемых звуков находится в пределах от 20 до 16000 Гц, т.е. соответствуют диапазону слышимых человеческим ухом звуков.

Методы и средства защиты от шума. Защита работающих от Шума осуществляется по двум направлениям — снижение шума в источнике и снижение шума по пути его распространения. Для этого применяют различные методы и средства.

Методы борьбы с шумом подразделяются на технические, организационно-технические и архитектурно-планировочные.

Технические методы позволяют уменьшить уровень шума источника (производственного оборудования) на стадиях его проектирования, изготовления и эксплуатации.

Стойкие изменения слуха вследствие воздействия шума, как правило, развиваются медленно. Нередко им предшествует адаптация к шуму, которая характеризуется снижением слуха, возникающим непосредственно после его воздействия и исчезающим вскоре после прекращения его действия. Начальные проявления профессиональной тугоухости чаще всего встречаются у лиц со стажем работы в условиях шума около 5 лет. Риск потери слуха у работающих при десятилетней продолжительности воздействия шума составляет 10 % при уровне 90 дБА (шкала А шумомера), 29 % — при 100 дБА (шкала А) и 55 % — при ПО дБА (шкала А).

Исследованиями установлено, что под влиянием шума снижается острота зрения, изменяется чувствительность к различным цветам, происходят изменения в вестибулярном аппарате, нарушаются функции желудочно-кишечного тракта, повышается внутричерепное давление, происходят нарушения в обменных процессах организма и т. п.

Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации, приводит к снижению производительности труда, повышенной утомляемости, создает предпосылки для возникновения несчастных случаев.

Нормирование уровня шума на рабочих местах осуществляют согласно ГОСТ 12.1.003—83 и санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Допустимые уровни звукового давления устанавливаются в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Нормируемыми параметрами шума являются уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц и эквивалентный (по энергии) уровень звука, измеренный по шкале А шумомера (дБА) на временной характеристике «медленно» (табл. 1.7). Для тонального и импульсного шума допустимый уровень звука должен быть на 5 дБ ниже указанных уровней.

Измерение, анализ и регистрация спектра шума производятся специальными приборами — шумомерами и вспомогательными приборами (самописцем уровней шума, магнитофоном, осциллографом, анализаторами статистического распределения, дозиметрами и др.). Поскольку ухо менее чувствительно к низким и более чувствительно к высоким частотам, для получения показаний, соответствующих уровню восприятия человека, в шумомерах используют систему скорректированных частотных характеристик — шкалы А, В, С, D и линейную шкалу, которые отличаются по восприятию. В практике применяется в основном шкала А.

Шумы по признаку их возникновения принято делить на механические, гидравлические, аэродинамические и электрические. Причиной механических шумов являются вибрации. Гидравлические шумы связаны с возникновением кавитации в насосах, в системах водоснабжения. Аэродинамические шумы являются следствием истечения потоков сжатого воздуха, скоростного обтекания элементов конструкции вентиляторов, насосов. Электрические шумы возникают из-за колебания магнитных масс в электрических машинах.

Борьба с механическим шумом сводится к правильным выбору конструкционных материалов, установке зазоров в подвижных соединениях, виду и периодичности смазки трущихся элементов машин; устранению соударений элементов конструкций, колебательных процессов и неуравновешенности механизмов; оснащению оборудования средствами звукоизоляции, звукопоглощения и глушителями шума; соблюдению технологической дисциплины при изготовлении и техническом обслуживании оборудования и др. Гидравлические и аэродинамические шумы снижают путем уменьшения вихреобразования, улучшения условий обтекания газами элементов устройств. Борьба с электрическими шумами осуществляется устранением колебаний элементов трансформаторов, сердечников обмоток магнитных систем.

Организационно-технические методы борьбы с шумом включают в себя:

применение малозумных технологических процессов и оборудования путем замены ударных методов обработки безударными;

оснащение шумного оборудования дистанционным управлением, удаление людей из зон повышенного шума за счет применения автоматизированного оборудования и безлюдных технологий;

использование рациональных режимов труда и отдыха работающих на шумных производствах;

совершенствование технологии ремонта и обслуживания машин.

Архитектурно-планировочные методы снижения шума включают в себя:

рациональное акустическое решение планировок зданий и генеральных планов предприятий;

размещение технологического оборудования в цехах с учетом зонирования по шуму;

рациональное размещение рабочих мест в производственных помещениях;

удаление административных помещений из производственных корпусов с шумными процессами;

рациональное акустическое размещение зон и режимов движения транспортных средств на территории предприятия;

создание шумозащитных зон на территории предприятия.

К средствам защиты от шума относятся акустические средства коллективной защиты (рис. 1.14) и средства индивидуальной защиты.

Звукоизоляция является одним из наиболее эффективных и распространенных способов борьбы с производственным шумом на пути его распространения. С помощью звукоизолирующих преград уровень шума может быть снижен на 30—40 дБ. Способ звукоизоляции основан на свойстве ограждающей конструкции отражать падающую на нее звуковую волну.

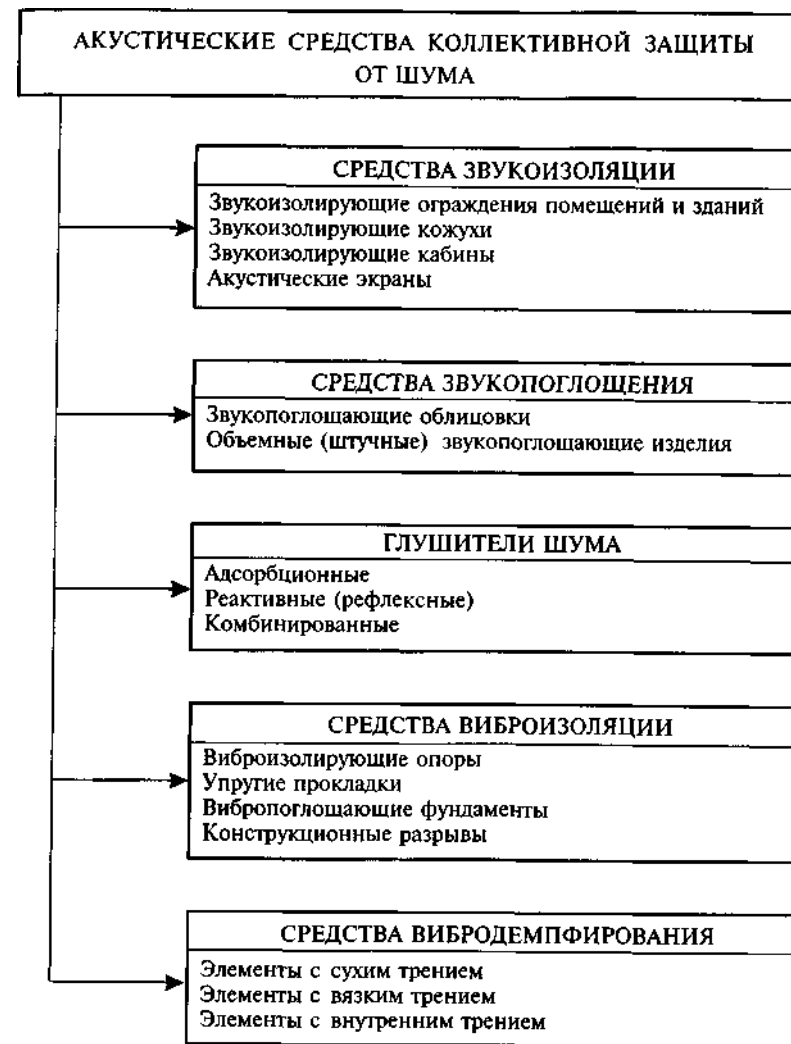


Рис. 1.14. Классификация акустических средств коллективной защиты от шума

Звуковая энергия волны частично отражается от ограждения, частично поглощается материалом ограждения и частично проходит через него, вызывая в ограждении колебательный процесс. Под воздействием этой энергии ограждение само становится источником шума. Доля прошедшей звуковой энергии через ограждение зависит от поверхностной плотности материала ограждения и частоты звука. Звукоизолирующая способность плоского ограждения R , дБ, может быть определена по закону масс:

$$R = 20 \lg(mf) - 47,5, \text{ или } R = 20 \lg(\rho shf) - 47,5,$$

где m — масса 1 м^2 ограждения, кг; f — частота звука, Гц; ρ — плотность материала ограждения, кг/м^3 ; s — единичная площадь ограждения, м^2 (1 м^2); h — толщина ограждения, м.

Чем больше поверхностная плотность ограждения, тем выше его звукоизолирующий показатель, поэтому эффективной звукоизоляцией обладают ограждения, выполненные из бетона, кирпича, металла, плотных пластмасс и т.п. Отдельные примеры применения средств звукоизоляции (экранирование) показаны на рис. 1.15.

Снижение шума способом звукопоглощения основано на переходе энергии звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Чем больше звуковой энергии поглощается, тем меньше ее отражается обратно в помещение. Звукопоглощающие материалы и устройства характеризуются коэффициентом звукопоглощения, который представляет собой отношение поглощенной звуковой энергии к падающей. Звукопоглощающие устройства (покрытия, штуч-

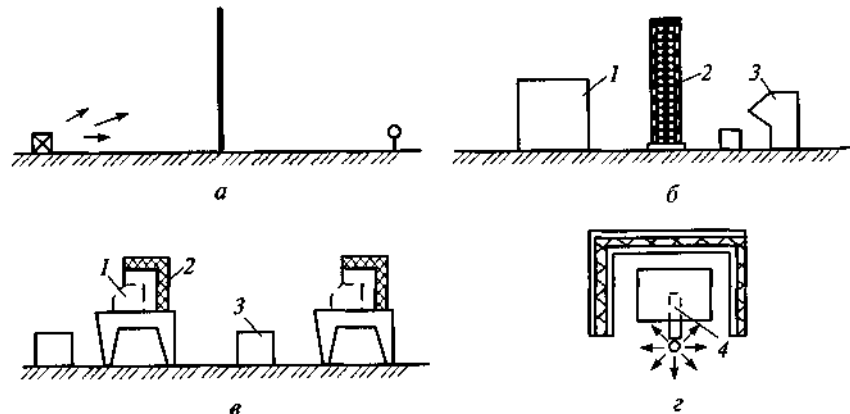


Рис. 1.15. Экранирование источников шума:

a — установка отражательного экрана; $b, в$ — варианты расположения в вычислительных центрах; $г$ — экранирование источника шума; 1 — звукоизолирующий материал; 2 — экран со звукоизолирующей облицовкой; 3 — рабочее место; 4 — дисковая пила

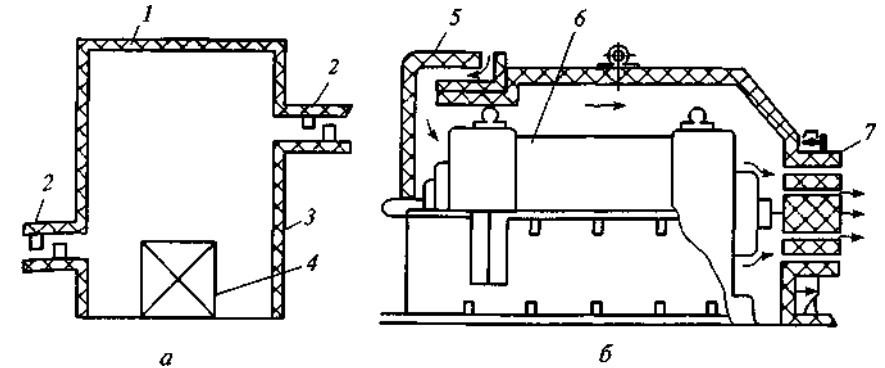


Рис. 1.16. Звукоизолирующий кожух:

a — схема кожуха; $б$ — устройство кожуха электродвигателя; 1 — звукоизоляция; 2 — глушитель шума; 3 — стенка; 4 — источник шума; 5, 7 — каналы с глушителями для обеспечения вентиляции двигателя; 6 — электродвигатель

ные изделия и др.) бывают пористыми, пористо-волокнистыми, слоистыми, объемными и др.

Глушители аэродинамического шума изготавливаются в виде отдельных изделий, в которых применяются различные способы снижения шума. Глушители бывают абсорбционными, реактивными и комбинированными. В абсорбционных глушителях затухание шума происходит в порах звукопоглощающего материала, расположенного на пути движения звуковой волны внутри корпуса. Принцип работы реактивных глушителей основан на создании «волновой пробки» за счет многократного отражения звука от внутренних элементов глушителя. Эти глушители не содержат звукопоглощающего материала, но имеют соединенные между собой камеры, перегородки, расширения и сужения каналов, резонаторы и др.

На практике для борьбы с шумом зачастую используют одновременно защитные средства различных видов. В ряде случаев изолирующие ограждения покрывают со стороны источника шума звукопоглощающим покрытием. В конструкциях кожухов шумного оборудования наряду со звукоизоляцией и звукопоглощением применяют также и глушители (рис. 1.16).

Если добиться снижения уровня шума в цехе средствами коллективной защиты невозможно, рекомендуется применять средства индивидуальной защиты. Эти средства выбирают исходя из спектра шума на рабочем месте.

Противошумные средства делятся на два класса: наушники и вкладыши. Их эффективность зависит от среднегеометрических частот октавных полос и изменяется от нескольких децибел до 45 дБ.

Ультразвук и инфразвук. Ультразвук — это звуковые колебания частотой, превышающей верхний частотный порог слышимо-

сти. По частотному спектру различают низкочастотный и высокочастотный ультразвук с частотой колебаний, соответственно, от $1,2 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц и от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц.

Специфической особенностью ультразвука, обусловленной большой частотой и малой длиной волны, является возможность распространения ультразвуковых колебаний направленными пучками, получившими название ультразвуковых лучей. Они создают на относительно небольшой площади значительное акустическое давление. Это свойство ультразвука позволило применить его для очистки деталей, механической обработки твердых материалов, сварки, пайки и др. Ультразвук нашел также широкое применение в диагностических приборах и медицинском оборудовании.

Промышленные ультразвуковые установки работают в частотном диапазоне от 18 до 30 кГц при интенсивности до 70 кВт/м^2 . При обслуживании таких установок работающие могут подвергаться воздействию ультразвука через воздушную среду, но чаще при непосредственном соприкосновении с жидкими и твердыми телами, по которым распространяется ультразвук (контактное воздействие).

Длительное воздействие на человека низкочастотного ультразвука приводит к нарушениям функции нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной системы. Воздействие высокочастотного ультразвука, в основном контактное, приводит к затруднениям капиллярного кровообращения и невралгическим нарушениям.

Гигиенические нормативы ультразвука определены ГОСТ 12.1.001—89. Для ультразвука, распространяющегося в воздухе в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5 — 100 кГц, предельный уровень звукового давления изменяется от 80 до ПО дБ. Характеристикой ультразвука, передаваемого контактным путем, является пиковое значение виброскорости в частотном диапазоне от 0,1 до 1000 МГц или его логарифмический уровень (дБ). Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами ультразвуковых установок и приборов не должны превышать ПО дБ.

Для коллективной защиты работающих от ультразвукового воздействия применяют конструктивные и организационно-планировочные методы. Локализация ультразвукового излучения связана с использованием кожухов, полужоухов, экранов и других ограждений. Если эти меры не дают положительного эффекта, то установки размещают в отдельных помещениях и кабинах, облицованных звукопоглощающими материалами.

Контактное воздействие ультразвука исключается при использовании автоматизированного оборудования и применении дистанционного управления, а если это не представляется возможным, то рабочий должен пользоваться инструментами с виброизолирующими рукоятками и виброзащитными перчатками.

Инфразвук — акустические колебания с частотой ниже 16 Гц. Инфразвук сочетается, как правило, с низкочастотным шумом или вибрацией. Многие явления природы (землетрясения, цунами, извержения вулканов и др.) сопровождаются излучением инфразвуковых колебаний. В производственных условиях инфразвук образуется, в основном, при работе тихоходных крупногабаритных машин и механизмов, таких как дизельные установки, тепловозы, компрессоры и др.

Инфразвук оказывает неблагоприятное воздействие на весь организм человека, в том числе и на орган слуха, понижая его чувствительность к восприятию звуков на всем частотном диапазоне. Инфразвуковые колебания воспринимаются как физическая нагрузка: возникают утомление, головная боль, нарушается периферийное кровообращение; появляется чувство страха и т.п. Тяжесть воздействия инфразвука зависит от диапазона частот, уровня акустического давления и времени действия. Наиболее негативные воздействия оказывает инфразвук на частотах 2—15 Гц в связи с возможностью появления резонанса с внутренними биоритмами человека, особенно с а-ритмом биотоков мозга.

Регламентация инфразвука осуществляется по санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.583-96. Предельный уровень инфразвукового давления на частотах 2, 4, 8 и 16 Гц не должен превышать 105 дБ.

Защита работающих на предприятии от неблагоприятного воздействия инфразвука проводится такими же методами и средствами, как при борьбе с производственным шумом.

Производственная вибрация. *Вибрация* — колебательное движение объекта, которое может передаваться человеческому телу или отдельным его частям. Источниками вибрации могут быть механические устройства, включающие в себя вращающиеся неуравновешенные массы (вентиляторы, шлифовальные машины, дрели, маховики и т.д.), а также механизмы, совершающие возвратно-поступательные движения (перфораторы, кривошипно-шатунные механизмы, вибрационные конвейеры и т.д.).

Простейшим вибрационным движением является гармоническое синусоидальное колебание. Величинами, характеризующими такое колебание, является частота/(Гц), амплитуда движущейся массы A (м), скорость колебательного движения v (м/с), колебательное ускорение a (м/с²).

Различают вибрацию:

по источнику возникновения (транспортную, транспортно-технологическую, технологическую);

по спектру частот (с дискретным и непрерывным спектром);

по временным характеристикам (постоянную — величина виброскорости изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время Наблюдения не менее 1 мин, непостоянную — величина виброскорости изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время

наблюдения не менее 1 мин, которая, в свою очередь, подразделяется на непрерывно колеблющуюся во времени, прерывистую и импульсную);

по направлению (вертикальную — вдоль оси Z_0 , горизонтальную — вдоль оси X_0 или Y_0 (рис. 1.17), пространственную — одновременно изменяются три координаты);

по воздействию на работающего (общую, передаваемую через опорную поверхность, и локальную, передаваемую через руки);

по наличию в оборудовании или инструменте источника вибрации (активную — первичную и пассивную — вторичную).

Длительное воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни — стойкому нарушению некоторых физиологических функций организма человека. При вибрационной болезни наблюдается изменение сердечной деятельности, общее возбуждение или торможение и ухудшение общего состояния.

Вибрация влияет на костно-суставный аппарат, мышцы, периферийное кровоснабжение, слух, зрение. В тяжелых случаях развивается атрофия мышц, трофические явления, поражение мозга, которое приводит к вестибулярным нарушениям, иногда к эпилепсии. Особенно опасны вибрации, частоты которых имеют значения, кратные собственным частотам, характерным для деятельности внутренних органов человеческого организма (6—9 Гц). Подобные колебания могут вызвать тяжелое поражение внутренних органов.

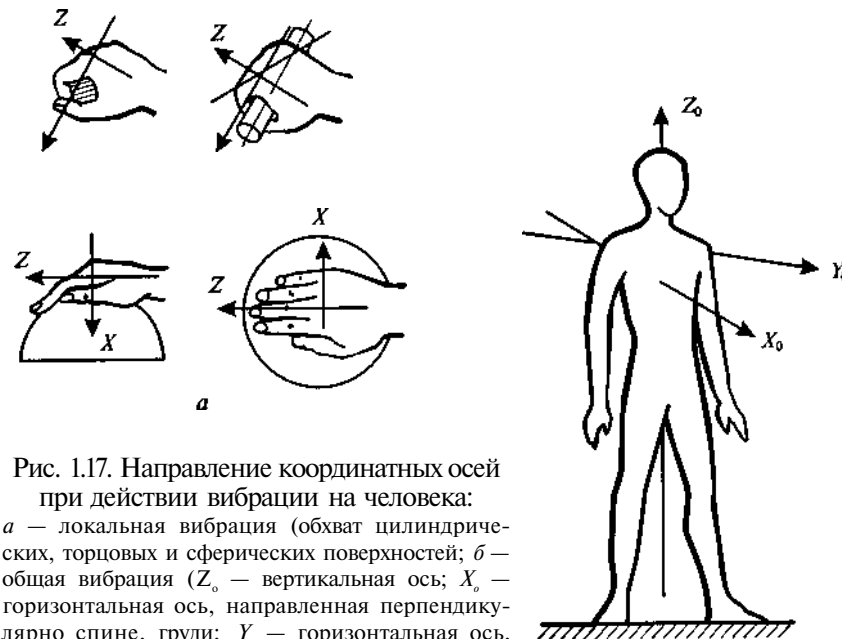


Рис. 1.17. Направление координатных осей при действии вибрации на человека:
a — локальная вибрация (обхват цилиндрических, торцовых и сферических поверхностей); *б* — общая вибрация (Z_0 — вертикальная ось; X_0 — горизонтальная ось, направленная перпендикулярно спине, груди; Y_0 — горизонтальная ось, направленная от плеча к плечу)

Локальные вибрации вызывают спазмы сосудов в конечностях, соприкасающихся с источником вибраций. Постепенно влияние этих местных воздействий распространяется на центральную нервную систему, вызывая в ней изменения, характерные для общих вибрационных воздействий.

Гигиеническое нормирование вибраций устанавливает параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасным оборудованием. В ГОСТ 12.1.012 — 90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и СН 2.2.4/2.1.8.556-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» дана классификация вибраций, методы гигиенической оценки, допустимые параметры и уровень вибрации, режимы труда для лиц, занятых на виброопасных операциях.

В производственных условиях используют следующие основные методы борьбы с вибрацией:

уменьшение интенсивности имеющихся знакопеременных нагрузок на рабочие инструменты и оборудование;

вибропоглощение, виброгашение, увеличение механического сопротивления колеблющихся конструктивных элементов путем увеличения сил трения, вязкости, жесткости пружин и т.д.;

виброгашение колебаний машин путем присоединения дополнительных масс, изменяющих частоту собственных колебаний установок в целом;

изменение конструкций машин и механизмов в направлении увеличения жесткости их установки и точности подгонки взаимно перемещающихся элементов;

устранение возможности возникновения резонансных режимов.

При работе с ручными инструментами и машинами, принцип действия которых основан на вибрации рабочего органа, для защиты рук целесообразно использовать средства индивидуальной защиты (виброизолирующие рукоятки, виброзащитные рукавицы), а также проводить организационные мероприятия, уменьшающие вероятность возникновения вибрационной болезни.

1.9. Электромагнитные поля и излучения

Электромагнитное поле (ЭМП) — особая форма материи. посредством электромагнитного поля осуществляется взаимодействие между заряженными частицами. Оно характеризуется напряженностью или индукцией электрического или магнитного поля. Электромагнитное поле способно непрерывно распространяться в пространстве в виде волн, хотя и обнаруживает дискретность структуры. Скорость распространения магнитного поля близка к скорости света.

Электрическое поле (ЭП) — форма проявления электромагнитного поля. Оно создается электрическими зарядами или перемен-

ным магнитным полем и характеризуется напряженностью. Данный вид поля проявляет себя в виде силового воздействия на неподвижные заряженные тела или частицы.

Магнитное поле (МП) — одна из форм электромагнитного поля, создаваемая движущимися электрическими зарядами и спиновыми магнитными моментами атомов — носителей магнетизма (электронов, протонов и др.). Магнитное поле проявляет себя в виде силового воздействия на движущиеся заряженные частицы (на токи). Данное воздействие направлено нормально к траектории частиц и пропорционально их скорости (сила Лоренца).

Интенсивность электрического поля характеризуется значениями напряженности E , В/м, и индукции B , Кл/м². Между этими величинами существует связь:

$$B = \varepsilon \varepsilon_0 E,$$

где ε и ε_0 — соответственно диэлектрическая проницаемость вещества, в котором распространяется ЭП, и эта же характеристика для вакуума.

Интенсивность МП характеризуется аналогичными величинами напряженности H , А/м, и индукции B , Тл, между которыми также существует связь:

$$B = \mu \mu_0 H,$$

где μ и μ_0 — соответственно магнитная проницаемость материальной среды и вакуума.

Нормирование электромагнитных полей осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц, в зависимости от времени пребывания в нем, и регламентируются санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты СанПиН 5802-91 и ГОСТ 12.1.002—84.

Пребывание в зоне электрического поля напряженностью до 5 кВ/м допустимо в течение рабочего дня. Если напряжение электрического поля достигает значений 5—20 кВ/м, то время пребывания T , ч, в нем должно быть ограничено. Оно может быть определено по выражению

$$T = 50/E - 2,$$

где E — напряженность ЭП, действующего на рабочем месте, кВ/м.

Влияние электрических полей переменного тока в условиях населенных пунктов регулируется санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты СанПиН № 2971-84.

В качестве предельно допустимых приняты следующие уровни напряженности электрического поля:

внутри жилых зданий — 0,5 кВ/м;
на территории жилой застройки — 1 кВ/м;
на территории в пределах городской черты, а также в пригородных зеленых зонах, садах и огородах — до 5 кВ/м.

Нормирование уровней напряженности электростатического поля осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045—84 в зависимости от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля равен 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности менее 20 кВ/м время пребывания в зоне действия поля не ограничивается. Если напряженность поля находится в пределах 20—60 кВ/м, предельную продолжительность $t_{\text{доп}}$ пребывания в нем вычисляют по формуле

$$t_{\text{доп}} = E_{\text{пред}}^2 / E_{\text{факт}}^2,$$

где $E_{\text{пред}}$ — предельное значение напряженности, кВ/м; $E_{\text{факт}}$ — фактическое значение напряженности ЭСП, кВ/м.

Допустимые уровни напряженности электростатического поля и плотности ионного потока установлены СН № 6032-91; СН 1742-77 нормируют напряженность магнитного поля на рабочих местах. Напряженность не должна превышать 8 кА/м. Нормирование электромагнитных излучений радиочастотного диапазона осуществляется по ГОСТ 12.1.006—84 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. В основу нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающий энергетическую нагрузку на работающего.

Относительно слабое статическое электрическое поле, по-видимому, не влияет на человека. Стоит просто вспомнить, что все мы живем в электрическом поле Земли (точнее, системы Земля — ионосфера), которое имеет напряженность $E \approx 100$ В/м; во время грозы это значение увеличивается в десятки раз. В сильном электрическом поле может возникать ионизация воздуха, которая вредна для здоровья человека. Возможны также и электрические разряды (например, молния), которые могут стать причиной смертельного поражения человека.

О воздействии магнитного поля на организм известно очень немного. Считается, что относительно сильные магнитные поля заметного действия на организм не оказывают, поэтому ЯМР-томография (ЯМР — ядерный магнитный резонанс) считается совершенно безвредной. Магнитное поле в современных томографах достигает 1—2 Тл, — это примерно в 30 000 раз больше, чем магнитное поле Земли, в котором мы живем. Более сильные переменные магнитные поля представляют значительную опасность для здоровья. Такие поля индуцируют вихревые токи в теле человека, которые могут привести к серьезным осложнениям и даже смерти.

Со слабыми полями ситуация сложнее. Проводились следующие эксперименты по содержанию животных (мышей) в «магнитном вакууме». С помощью ферромагнитных экранов внешние маг-

нитные поля подавлялись примерно в 1000 раз. Оказалось, что в магнитном вакууме популяция мышей вырождается через несколько поколений. Популяция, живущая в таком же боксе, но из алюминия (который не экранирует магнитное поле Земли), прекрасно развивалась.

Высокочастотные электромагнитные поля весьма опасны, так как вызывают локальный перегрев внутренних органов и частей тела. Например, СВЧ-излучение с длиной волны порядка 3—10 см вредно действует на глаза. В результате воздействия СВЧ-излучения на организм возможны серьезные расстройства здоровья и значительный рост риска возникновения онкологических заболеваний. Поэтому существуют жесткие санитарные нормы на предельный уровень мощности ВЧ- и СВЧ-излучения в различных частотных диапазонах.

Уменьшение интенсивности ЭМП на рабочих местах достигается несколькими способами. Прежде всего, при проектировании цеха предусматривается увеличение расстояния между источником излучения и работающими. Если это возможно, уменьшают мощность генератора ЭМП, устанавливают отражающие или поглощающие экраны между источником и рабочим местом. Применяют сплошные и сетчатые экраны из стали, меди и алюминия. Используются также электропроводные тонкие материалы толщиной 0,01 — 0,05 мм, а также токопроводящие краски, металлизированные поверхности.

В качестве индивидуальных средств защиты применяют экранирующие костюмы, изготовленные из металлизированной защитной ткани. Радиозащитные очки типа ОРЗ-5 ослабляют действие электромагнитного поля в диапазоне длины волн от 1,8 до 150 см. Оправа таких очков изготовлена из губчатого материала и покрыта защитным слоем. Стекла очков покрыты пленкой диоксида олова (SnO_2).

Для измерения напряженности электрических и магнитных полей высокой и ультравысокой частот используют приборы ИЭМП-1 и ИЭМП-2. Измерение напряженности электрического поля осуществляют с помощью приборов ПЗ-1, ПЗ-16, ПЗ-17.

Измерение напряженности на рабочих местах производится при аттестации рабочих мест, введении электроустановок в эксплуатацию, реконструкции электроустановок и санитарном контроле условий на рабочих местах.

Глава 2 ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА НА ПРОИЗВОДСТВЕ ОТ ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1. Человек и технические системы

Система — это целостное множество элементов, связанных между собой определенными отношениями и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение системой некоторой функции [2, 3, 11, 13, 16, 19, 20, 22].

Любой элемент системы может рассматриваться как совокупность других элементов. Системы, как правило, имеют иерархическую структуру, т. е. они могут быть представлены как подсистемы разного уровня, расположенные в порядке убывания значимости. Человек, осуществляя свою производственную деятельность, входит составным элементом в систему «человек — техническая производственная система — производственная среда».

К техническим производственным системам относится совокупность производственно-технической базы предприятия (инженерных сооружений, транспортных средств, производственного оборудования, инструмента, оснастки, средств измерения и контроля) и технологических процессов. Элементом технической производственной системы является единица технологического оборудования (в дальнейшем — машина).

В большинстве технических систем независимо от степени их автоматизации требуется в той или иной мере участие человека. При этом связь между человеком и технической системой может быть более или менее сложной и включать большое количество звеньев, образуя подсистемы различного уровня. Одной из таких подсистем является система «человек — машина». Человек управляет машиной, производит определенные операции, т. е. является оператором. Функции оператора в системе «человек — машина» различны в зависимости от степени автоматизации оборудования. При работе на неавтоматизированном оборудовании, выполняя как основные, так и вспомогательные операции, работник непосредственно вовлечен в технологический процесс, осуществляя управление всеми движениями механизмов и рабочих органов. При работе на автоматизированном оборудовании основными задачами оператора являются контроль работы

машины, выявление и устранение возникающих технических неисправностей.

Человек-оператор, представляя собой одно из звеньев системы «человек — машина», по своим функциональным возможностям, работоспособности, уровню надежности и другим параметрам значительно отличается от машинных звеньев. Человек может решать нечетко сформулированные задачи, предвидеть события, которые происходят во внешней среде, хорошо ориентироваться в пространстве и во времени, критически оценивать свои действия, обучаться. Слабыми сторонами человека-оператора является невозможность длительной непрерывной работы, недостаточно высокая скорость и точность принятия решений, невысокая скорость выбора вариантов.

Схема взаимодействия оператора и машины в простейшей системе «человек — машина» показана на рис. 2.1.

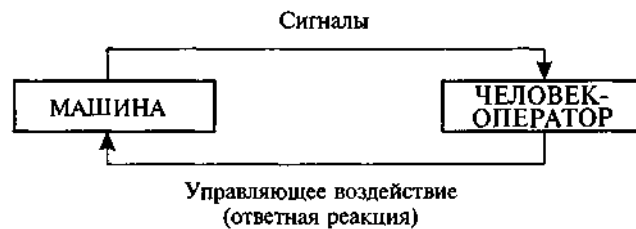


Рис. 2.1. Схема взаимодействия элементов в системе «человек — машина»

Скорость реакции оператора на сигнал-раздражитель зависит от многих причин. В нормальных условиях она составляет 150 — 220 мс для зрительного и 120—180 мс для слухового анализатора. Оптимальный поток информации, реакция на которую должна быть в виде «да» или «нет», для человека составляет от 0,1 до 0,6 бит/с.

Взаимодействие элементов системы «оператор — машина» может быть штатным и нештатным. При штатном взаимодействии происходит нормальное течение процесса управления машиной и машинного технологического процесса. Для штатного взаимодействия характерно следующее:

- оборудование исправно и работоспособно;
- средства защиты исправны и выполняют свои функции;
- информация, представляемая оператору, совместима с его психофизиологическими возможностями;
- восприятие сигналов и управляющие воздействия оператора происходят не в дефиците времени;
- реакция оператора адекватна сигналам, а управляющие воздействия производятся в соответствии с технологической документацией на машинный процесс обработки объекта труда и инструкциями по охране труда.

Нештатное взаимодействие элементов системы приводит к возникновению чрезвычайного происшествия (ЧП).

Чрезвычайное происшествие — нежелательное, незапланированное, непреднамеренное событие в системе, нарушающее обычный ход вещей и происходящее в короткий промежуток времени.

Различают следующие виды ЧП:

отказ — нарушение работоспособности оборудования;

авария — отказ техники, приводящий к ее полному или значительному разрушению, а также являющийся причиной разрушения или уничтожения зданий, сооружений, материальных ценностей и поражения людей;

катастрофа техногенная — авария, в результате которой погибли люди;

инцидент — связан с ошибочными, несанкционированными или неумелыми действиями или неправильным поведением оператора;

несчастный случай — результат воздействия опасных производственных факторов на человека в процессе проявления ЧП.

Группа событий — авария, несчастный случай и катастрофа — относятся, к так называемым ЧП-несчастьям. Инцидент и отказ могут являться причинами проявления ЧП-несчастий, но могут происходить и без последствий.

Ошибка оператора — вид инцидента, определяемый как невыполнение поставленной задачи (или выполнение запрещенного действия), которое может стать причиной повреждения оборудования или имущества, либо нарушения нормального хода запланированных операций.

Ошибки могут возникнуть по ряду причин: если оператор стремится к достижению ошибочной цели; если при выполнении запланированных действий его манипуляции неверны из-за усталости, невнимательности, недостаточной квалификации или опыта; если оператор бездействует в тот момент, когда его участие необходимо, и т.п.

Свойство оператора работать без ошибок называется *надежностью*. Надежность работы человека определяется как вероятность Успешного выполнения им работы или поставленной задачи на заданном этапе функционирования системы в течение заданного интервала времени при определенных требованиях к продолжительности выполнения работы.

Анализ и прогнозирование возможных ошибок операторов технических систем позволяют наметить пути и мероприятия по их предотвращению и, следовательно, снижению уровня потенциальной травмоопасности™ производства. Одним из методов прогнозирования надежности персонала является графоаналитический Вероятностный метод определения возможного исхода соответствующего события.

Исход каждого события с учетом вероятной ошибки персонала в каждом состоянии системы представляется в виде ветви дерева вероятности. Полная вероятность успешного или, наоборот, негативного завершения процесса (например, выполнения технологических операций на оборудовании) функционирования системы определяется произведением соответствующих вероятностей различных исходов в конечной точке дерева вероятностей.

Так, на рис. 2.2 показано дерево вероятностей для процесса, в котором оператор выполняет последовательно две операции — сначала x , затем y . Операции, выполненные с ошибкой, обозначены x_0, y_0 ; без ошибки — соответственно x, y ; вероятность выполнения операции с ошибкой — P , без ошибки — \bar{P} с соответствующим индексом.

Как видно из рисунка, только в одном случае оператор успешно выполняет задание. Вероятность работы без ошибок P определяется по выражению

$$P = P_x P_y.$$

Вероятность того, что в целом задание не выполнено (или выполнено с ошибкой), определяется по выражению

$$\bar{P} = 1 - P_x P_y.$$

Этот метод обеспечивает хорошую наглядность, может учитывать такие факторы, как стресс, вызываемый недостатком времени, эмоциональную нагрузку, ответственность за принимаемые решения и др.

Оценка надежности оператора в системе «человек—машина» производится различными методами: аналитическим, экспериментальным, имитационным. Критериями оценки являются: частота ошибок оператора; вероятность безошибочной работы оператора

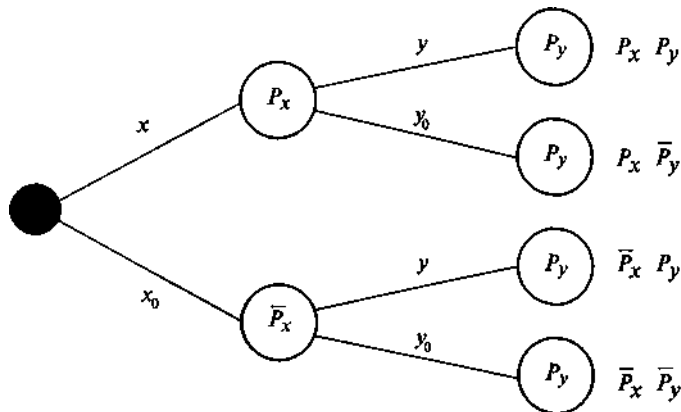


Рис. 2.2. Схема дерева вероятностей

в течение установленного времени; вероятность своевременного исправления допущенных ошибок; среднее время реагирования на аварийные сигналы; вероятность правильного устранения аварийной ситуации при отказе техники и др.

В систему мер по повышению надежности оператора технических систем и профилактике травматизма входят профессиональная ориентация и профессиональный отбор, профессиональное курсовое обучение и повышение квалификации по специальности, обучение и контроль безопасности труда в рамках системы инструктажей.

Профессиональная ориентация позволяет человеку еще на этапе выбора профессии осознать все требования, предъявляемые к данному виду деятельности, создать условия для правильного учета своих физических и психофизиологических данных.

Задачей профессионального отбора является определение пригодности человека для работы по той или иной профессии. При этом следует различать профессиональную готовность и профессиональную пригодность к определенному виду деятельности или работе.

Профессиональная готовность определяется уровнем общего и специального образования, наличием практических навыков и опыта работника; профессиональная пригодность — соответствием индивидуальных психофизиологических качеств конкретного человека данному виду деятельности или работе.

Критерии профессиональной пригодности устанавливаются для каждой конкретной профессии (например, для летчика, диспетчера, монтажника-высотника и др.) в зависимости от ее специфических особенностей и требований, предъявляемых к исполнителю. Наиболее общими из них являются: положительная мотивация к данной специальности; высокий порог ощущения опасности; хороший глазомер; высокая пропускная способность анализаторов внешней информации; устойчивость, концентрация и распределение внимания и др.

Характерными чертами профессиональной непригодности являются: наличие хронического заболевания; низкий порог ощущения опасности; плохое зрение, слух; рассеянность, неспособность сосредоточить внимание, недостаточная реакция на сигналы и пр.

Профессиональное курсовое обучение заключается в подготовке работника к определенному виду производственной деятельности (профессии) с выдачей документа установленного образца: удостоверения, свидетельства (например, сварщика, оператора станков с числовым программным управлением) и т.п.

В процессе трудовой деятельности работник повышает свой профессиональный уровень самостоятельно либо на специальных курсах повышения квалификации. В результате последующей аттестации рабочему присваивается более высокий разряд, а инженерно-техническому работнику выдается соответствующее удостоверение.

Обучение безопасности труда является обязательным компонентом всех учебных программ профессионального образования, системы инструктажей (см. гл. 8). Применительно к техническим системам повышенной опасности (котельные установки, грузоподъемные механизмы, электроустановки, средства транспорта и др.) персонал проходит специальное обучение с проверкой знаний комиссией и выдачей соответствующего удостоверения; при этом периодически, не реже одного раза в пять лет, знания должны быть подтверждены в рамках аттестации работников этих профессий.

2.2. Идентификация и анализ опасностей технических систем

Одной из важнейших проблем обеспечения безопасности человека является снижение негативного воздействия технических систем на человека и окружающую среду [1—3, 15, 19]. Для ее разрешения необходимо:

провести идентификацию и анализ опасных и вредных факторов, имеющих место в системе «человек — техническая система — окружающая среда»;

разработать систему защитных мероприятий, которые давали бы наибольший эффект защиты при оптимальных затратах на их реализацию.

В зависимости от поставленной конечной цели система «человек — техническая система — окружающая среда» должна рассматриваться на различных уровнях. Если конечной целью является снижение уровня профессиональных заболеваний и травматизма работающих на производстве, то необходимо рассматривать систему «оператор — объект технической системы (оборудование, инструмент и (или) технологический процесс) — производственная среда на рабочем месте». В случае, когда целью является защита населения, рассмотрению подлежит система «человек — техническая система — объект техносферы (предприятие, транспорт, энергетическая система, инженерное сооружение и др.) — окружающая среда (техносфера или природная среда)».

Идентификация опасностей технических систем предполагает: выявление конкретных источников опасности;

определение номенклатуры опасных и вредных факторов, характерных для технической системы;

определение уровня опасных и вредных факторов (массы выбросов и сбросов вредных веществ от технической системы и отходов производства, а также интенсивности потоков энергии различных видов, излучаемых технической системой).

Анализ опасностей позволяет установить:

причины проявления реальных опасных и вредных факторов;

ЧП-инициаторы несчастных случаев или аварий оборудования;

потенциальные ЧП-несчастья;

возможные негативные последствия воздействия опасных факторов на человека и объекты его среды обитания;

качественные и количественные показатели риска объекта рассмотрения;

размеры травмоопасных зон на рабочих местах или полей риска около аварийно-опасного объекта (технической системы);

вид и номенклатуру защитных мероприятий и средств.

Анализ травмоопасных факторов технических систем в производственной среде. Реальные травмоопасные факторы в системе «оператор — машина — производственная среда» проявляются в результате возникновения нештатной ситуации — ЧП.

Основными причинами ЧП являются ошибки оператора при нормально функционирующей технике и отказ или авария оборудования.

Появление неисправностей и нарушение работоспособности оборудования (отказ или авария) обусловлено конструктивными, технологическими, эксплуатационными и внешними факторами.

К группе конструктивных факторов относятся ошибки, допущенные на проектно-конструкторской стадии создания оборудования: неверный выбор конструкционных и смазочных материалов, неправильная компоновка изделия, ошибки в расчетах и др.

В группу технологических факторов входят факторы изготовления оборудования: неправильно выбранные методы и способы обработки деталей, отступления от принятой технологии и нарушения технологической дисциплины изготовления деталей и сборки изделия, скрытые дефекты заготовок и деталей и др.

Основными эксплуатационными факторами являются: нарушение условий применения оборудования, неправильный выбор режимов его функционирования, неправильное техническое обслуживание машин, естественный износ конструкционных материалов и др.

Группу внешних факторов составляют: непредвиденные нагрузки на оборудование, нарушение энергопитания, попадание в механизмы посторонних предметов, несоответствие сырья требованиям нормативно-технической документации и др.

Существуют качественные и количественные методы анализа опасностей технических систем. Качественные методы анализа включают в себя идентификацию опасностей и позволяют определить последовательность развития событий, возможные их последствия и наметить пути предотвращения ЧП и смягчения последствий. Количественными методами пользуются для расчета вероятности возникновения ЧП, анализа риска, определения Ущерба от проявления ЧП.

Качественные методы анализа опасностей включают в себя: Предварительный анализ опасностей, анализ последствий отказов, метод дерева причин, метод дерева последствий, метод по-

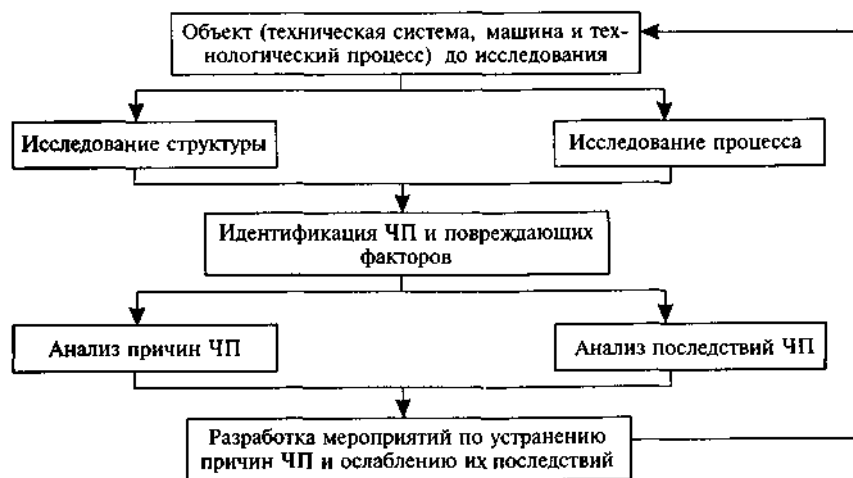


Рис. 2.3. Блок-схема анализа опасностей технической системы качественными методами

тенциальных отклонений, анализ ошибок персонала, причинно-следственный анализ. Общая блок-схема качественного анализа опасностей технической системы показана на рис. 2.3.

При анализе опасностей технических систем необходимо различать понятия «опасность», «источник опасности», «повреждающий фактор».

В системе «оператор — машина — окружающая среда» под *опасностью* травмирования понимается возможность проявления ЧП-несчастья и тех ЧП, которые к нему ведут (ЧП-инициаторы); *источником опасности* является объект или явление в технической системе, от которого может происходить опасность, а *повреждающим фактором* — объект или явление, причиняющее ущерб здоровью человека. При этом в зависимости от уровня, на котором рассматривается система, один и тот же ее элемент может представлять собой либо источник опасности, либо повреждающий фактор (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Источники опасности и повреждающие факторы

Источник опасности	Потенциальное ЧП	Повреждающий фактор
Подъемный кран, тельфер, лифт	Обрыв троса. Отказ тормоза	Движущийся груз
Движущийся груз	Пересечение траектории груза с местонахождением человека	Кинетическая энергия

Источник опасности	Потенциальное ЧП	Повреждающий фактор
Резервуар, химический аппарат	Разгерметизация	Выброс токсичного газа
Токсичный газ	Острое отравление обслуживающего персонала	Концентрация вредного вещества в воздухе помещения

Одним из широко применяемых на практике методов анализа опасностей технических систем является причинно-следственный анализ, который позволяет выявить причины происшедшего ЧП, смоделировать потенциальное ЧП, составить план защитных мероприятий. Этот метод основан на построении дерева причин с использованием логических связей между действиями, явлениями или событиями.

Применение метода причинно-следственного анализа можно проиллюстрировать на примере анализа опасности взрыва водородно-воздушной смеси в помещении для зарядки кислотных аккумуляторов. При зарядке кислотных аккумуляторов в воздух выделяется водород, который может образовать при определенной концентрации взрывоопасную газозооушную смесь. Инициатором взрыва может служить открытый огонь или электрическая искра.

На рис. 2.4 представлено дерево причин потенциального ЧП. Дерево представляет собой ориентированный граф, вершиной которого является потенциальное ЧП. При построении графа использованы элементы алгебры логики.

Расшифровка причин и предлагаемые предупредительные мероприятия по безопасности труда приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты причинно-следственного анализа потенциального ЧП — взрыва в помещении для зарядки кислотных аккумуляторов

Обозначение	Причина ЧП, состояние системы, ЧП-инициатор	Предупредительные мероприятия по безопасности труда
	Образование взрывоопасной смеси в воздухе помещения	—
	Недостаточная вентиляция помещения	—
	Неисправность системы вентиляции	Регулярность технического обслуживания вентиляционной системы. Инструктаж рабочего о необходимости проверки вентиляции перед началом работы

Обозначение	Причина ЧП, состояние системы, ЧП-инициатор	Предупредительные мероприятия по безопасности труда
^112	Вентиляция не включена	Инструктаж рабочего о необходимости включения вентиляции перед началом работы
^113	Неправильное устройство системы вентиляции помещения	Реконструкция помещения. Устройство системы вентиляции в соответствии с требованиями охраны труда. Применение зарядных шкафов с местной вентиляцией
*2	Наличие инициатора взрыва	—
*2,	Курение в помещении	Контроль за соблюдением трудовой дисциплины. Инструктаж рабочего о недопустимости наличия открытого огня в зарядном помещении
X_{II}	Использование открытого огня	См. предыдущий пункт. Контроль за соблюдением технологической дисциплины
^23	Использование электронагревательных приборов с открытой спиралью	См. предыдущий пункт
^4	Искрение в электрических контактах	—
^241	Неисправность зажимов на проводах зарядного устройства	Регулярное техническое обслуживание зарядного устройства. Инструктаж рабочего о необходимости проверки исправности оборудования и инструмента перед началом работы
^242	Использование вместо зажимов «закруток» соединительных проводов	Контроль за соблюдением технологической дисциплины. Инструктаж рабочего о недопустимости использования для соединения проводов зарядного устройства с аккумуляторной батареей вместо зажимов «закруток»
	Искрение в светильниках, выключателях и иной электроаппаратуре	Установка осветительной и иной электроаппаратуры во взрывозащищенном исполнении

Обозначение	Причина ЧП, состояние системы, ЧП-инициатор	Предупредительные мероприятия по безопасности труда
*25	Проверка степени заряда аккумуляторной батареи коротким замыканием	Оснащение рабочего места нагрузочной вилкой для проверки заряда аккумуляторов. Инструктаж рабочего о недопустимости проверки заряда аккумулятора способом короткого замыкания

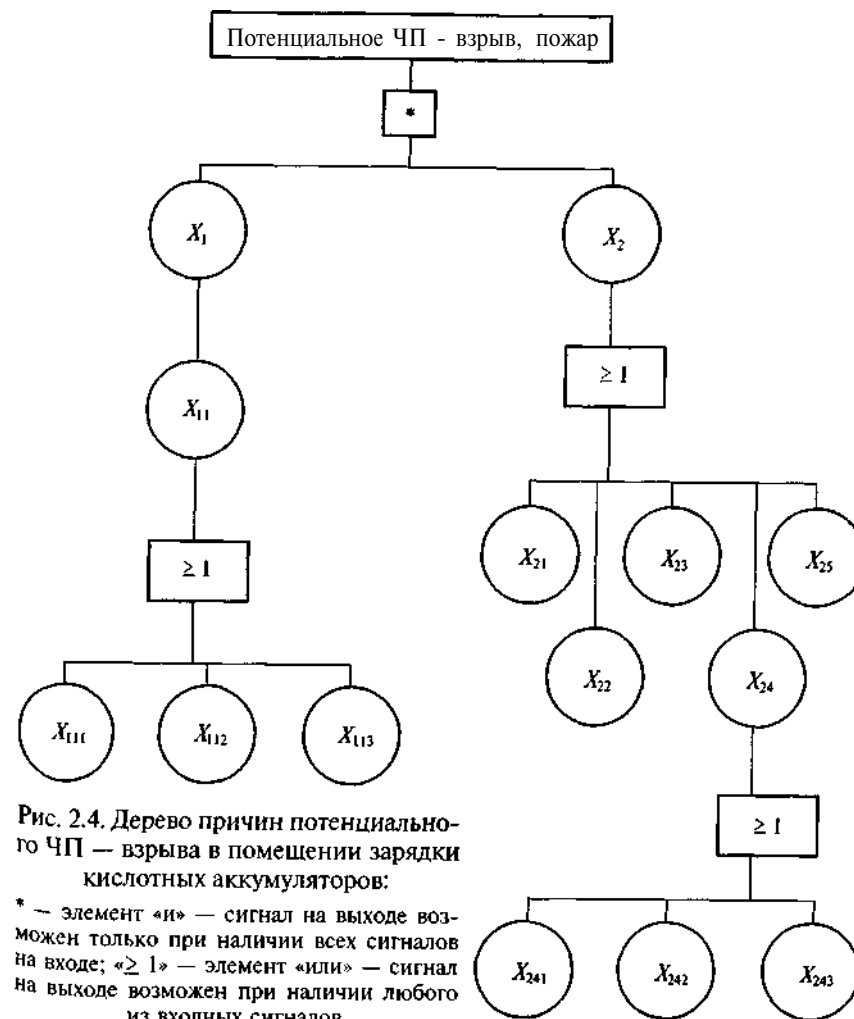


Рис. 2.4. Дерево причин потенциального ЧП — взрыва в помещении зарядки кислотных аккумуляторов:

* — элемент «и» — сигнал на выходе возможен только при наличии всех сигналов на входе; « ≥ 1 » — элемент «или» — сигнал на выходе возможен при наличии любого из входных сигналов

Идентификация выбросов технических систем. Выбросами технических систем (производственного оборудования и промышленных объектов) являются:

выделение в воздух помещения или атмосферу отходящих (отработавших) газов, паров, аэрозолей и пылей, сопровождающих нормальную работу оборудования или проведение технологического процесса;

утечки рабочих сред в виде газов, паров или жидкостей в воздух помещения, на пол или на окружающую территорию вследствие потери герметичности аппаратов, емкостей и трубопроводов.

Различают выбросы при нормальном функционировании технических систем и аварийные выбросы, которые имеют место при возникновении ЧП, связанных с отказами и авариями техники.

В практике выбросы определяются удельными величинами (расходом вредных веществ в единицу времени — q , г/ч, мг/мин, м³/ч) и суммарной массой в месяц или год.

Массовый выброс вредных веществ в общем случае рассчитывается по формуле

$$M = q T k_u$$

где T — расчетный период времени; k_u — коэффициент использования оборудования (процесса) в расчетный период.

Таблица 2.3

Удельные выбросы вредных веществ (ВВ) легковыми автомобилями при работе двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в помещении

Вид выброса	Удельный выброс		
	СО	СН	NO ₂
Выброс при прогреве, г/мин	5,0/9,1	0,7/1,0	0,05/0,1
Выброс при работе ДВС на холостом ходу, г/мин	4,5/4,5	0,4/0,4	0,05/0,05
Пробеговый выброс, г/км, при скорости движения 10—20 км/ч	17,0/21,3	1,7/1,7	0,4/0,4
Пробеговый выброс при движении по пандусу, г/км:			
спуск	4,5	0,4	0,05
подъем	20,0	1,5	3,0

Примечания: 1. Для газобаллонных автомобилей следует применять следующие коэффициенты:

$$k_{co} = 0,51; k_{cn} = 0,59.$$

2. Среднее время прогрева двигателя в помещении составляет 0,5— 1,0 мин.

3. В числителе — значения для теплого периода, в знаменателе — значения для холодного периода, которые учитываются только для помещений хранения автомобилей. Для остальных помещений значения принимаются по теплоту периоду.

Данные по удельным выбросам для конкретных видов оборудования и технологических процессов приведены в справочной литературе. Например, удельные выбросы оксида углерода (СО), углеводородов (СН) и диоксида азота (NO₂) в составе выхлопных газов легковых автомобилей, двигатели которых работают в помещениях станций технического обслуживания и ремонта автомобилей, приведены в табл. 2.3, а удельные выбросы пыли при работе деревообрабатывающих станков — в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Удельный выброс пыли при работе деревообрабатывающих станков

Наименования и марки станков	Удельный выброс пыли размером менее 200 мкм, г/с
Круглопильные:	
Ц-2М; Ц-3; Ц-5; Ц-6; Ц-6-2	1,83
ЦКБ; ЦУ-2	1,39
УН; УН-1; УС-2М	1,31
ЦР-2; ЦР-4	1,19
ПАРК-8	0,69
Строгальные и фуговальные:	
СФГ	0,81
СФБГ	1,00
СФ25-1	0,69
СФ-2; СФ-4	2,31

Расчет выбросов от конкретного оборудования или технологического процесса проводится с учетом физических закономерностей проведения технологического процесса, способа удаления выбросов и особенностей оборудования.

Так, при проведении малярных работ на окрасочных участках предприятий в воздух выделяются токсичные составляющие красок и растворителей.

Выброс вредных веществ за один цикл окраски $m_{ок}$, мг/г, складывается из выделений в воздух части краски и растворителя:

$$m_{ок} = (M_{кр} d_{кр} + M_{р} d'_{р}) / T,$$

где $M_{кр}$, $M_{р}$ — соответственно расход краски и растворителя за цикл окраски, г; $d_{кр}$, $d'_{р}$ — соответственно доли краски и растворителя, выделившихся в воздух при окраске, %; T — время цикла окраски (табл. 2.5).

Выброс вредных веществ во время сушки, мг/г, определяется по следующим формулам:

а) для окрашенных изделий

$$m_{с}^k = (M_{кр} f_{кр} + M_{р} d''_{р}) / T_{с};$$

б) для загрунтованных или зашпатлеванных изделий

$$m_c^{r,w} = (M_{r,w} f_{r,w} + M_p^{r,w} d_p^r) / T_c,$$

где f_{kr} — доля испаряющейся части краски при сушке, %; d_p^r — доля растворителя, испаряющегося при сушке, % (см. табл. 2.5); T_c — время цикла сушки; $M_{r,w}$ — соответственно расход грунтовки, шпаклевки, г; $M_p^{r,w}$ — расход растворителя для грунтовки и шпаклевки соответственно, г; $f_{r,w}$ — соответственно доли испаряющейся части грунтовки и шпаклевки при сушке, %.

Таблица 2.5

Доля выделившихся ВВ при окраске и сушке

Способ окраски	Доля ВВ, %		
	Доля краски, потерянной в виде аэрозоль, d_{kr}	Доля растворителя, выделившегося при окраске, d'_p	Доля растворителя, выделенного при сушке, d_p
Распыление:			
пневматическое	30	25	75
безвоздушное	2,5	23	27
пневмоэлектростатическое	3,5	20	80
электростатическое	0,3	50	50

2.3. Производственный травматизм

Производственная травма представляет собой внезапное повреждение организма человека и потерю им трудоспособности, вызванную несчастным случаем на производстве. Повторение несчастных случаев, связанных с производством, называется «производственным травматизмом» [2, 3, 19]. Производственные травмы подразделяются:

по виду воздействия (механические, тепловые, химические, электрические и комбинированные);

по количеству одновременно травмированных (индивидуальные и групповые — от 2 до 5, от 5 до 15 и более 15 чел.);

по тяжести (случаи со смертельным исходом; с инвалидным исходом; с тяжелыми травмами, лечение которых позволяет восстановить работоспособность через длительное время — более 30 дней; с травмами средней тяжести — срок реабилитации от 3 до 30 дней; с легкими травмами — срок восстановления трудоспособности до 3 дней).

По статистическим данным, на промышленных предприятиях имеется следующее примерное распределение производственных травм по частям тела: голова, лицо, шея — 17,8 %; туловище —

15,0 %; верхние конечности — 28,7 %; нижние конечности — 38,5 %; а также распределение травм по внешним факторам травмирования: механические воздействия — 92,5 %; тепловые воздействия, вызвавшие ожоги, — 6,5 %; химические воздействия, вызвавшие острые отравления и ожоги, — 0,47 %; действие электрического тока, вызвавшее электроудары и ожоги, — 0,28 %; действие газов, вызвавшее острое отравление, удушье, — 0,25 %. Как видно из приведенного распределения, механические травмы являются преобладающим видом последствий несчастных случаев на предприятиях.

При анализе травматизма все рассматриваемые несчастные случаи группируются по классифицирующим признакам: виду травмирующих факторов; причинам; виду работ, при выполнении которых произошел несчастный случай; видам оборудования, явившегося источником травматизма, и др.

Наиболее общими причинами травматизма на промышленных предприятиях являются:

конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов;

неисправность транспортных машин и технологического оборудования (механизмов, приспособлений, инструмента), в том числе повреждение или отсутствие средств защиты рабочих органов и передач;

неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, инженерных сетей и коммуникаций, а также их элементов;

несоблюдение технологической дисциплины;

нарушение правил движения транспортных средств по территории предприятия и внутри зданий (цехов);

неудовлетворительная организация работ, в том числе неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест, загромождение проходов, несоблюдение руководителями работ правил безопасности ведения работ;

несоблюдение работающими правил техники безопасности;

несоблюдение требований по освещенности рабочих мест;

неприменение работающими средств индивидуальной защиты; недостатки в обучении работающих безопасным приемам труда и инструктировании — использование работающих не по специальности.

Более детальный анализ несчастных случаев может быть приведен по каждому фактору, указанному как групповой признак. Например, падение с высоты подразделяется по обстоятельствам, при которых произошла травма (на территории, в местах погрузки и выгрузки из кузова автомобиля, при входе и выходе из салона автобуса, в помещениях, с эстакад, лестниц и прочих сооружений и т.д.).

Опасные факторы всегда в той или иной мере имеют место При работе на технологическом оборудовании, выполнении различных ручных операций и приемов.

При работе на станках номенклатура опасных факторов определяется конструкцией оборудования, обрабатываемого изделия и способа обработки. Например, для заточного станка к травмирующим факторам относятся: вращающийся заточный круг; вылет обрабатываемой детали или инструмента при заточке; разрыв круга и разбрасывание его осколков; поражение электротоком; падение станка или отдельных его элементов и др.

Расследование, оформление и учет несчастных случаев на производстве производится в соответствии с утвержденным «Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве», рассмотренном в п. 8.4.

Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятиях осуществляется различными методами: статистическим, топографическим, монографическим и экономическим.

Статистический метод основан на анализе данных по однородным видам травматизма на предприятии, зафиксированных в актах формы Н-1 и листах временной нетрудоспособности.

Топографический анализ травматизма позволяет определить наиболее опасные зоны на рабочих местах, в производственных помещениях, зданиях и на территории предприятия. Аналогичное распределение может быть сделано отдельно по зонам, цехам, участкам, рабочим местам.

Представление топографии травматизма может быть аналитическим и графическим. В последнем случае территории, места, оборудование, представленные в виде планировочного чертежа объекта, раскрашиваются в различные цвета по степени (проценту) травмоопасности.

Сущность монографического метода заключается в анализе влияния опасных и вредных производственных факторов на травматизм и профессиональные заболевания в конкретном цехе, участке или на рабочем месте.

Пользуясь экономическим методом, можно определить ущерб предприятия от травматизма и профессиональных заболеваний в целом или по отдельным их видам, а также эффективность мероприятий по охране и безопасности труда.

Для оценки уровня травматизма в отрасли экономики, в отдельном предприятии или по группе однородных профессий используются коэффициенты частоты k_v и тяжести k_m несчастных случаев, рассчитанные на 1000 работающих:

$$k_v = 1000 N/P,$$

$$k_m = 1000 D/N,$$

где N — число пострадавших в несчастных случаях за год; P — среднесписочное число работающих; D — число дней нетрудоспособности по рассматриваемым несчастным случаям (без учета летальных исходов).

Условия труда по травмобезопасности определяются наличием опасных факторов, источниками которых являются производственное оборудование, приспособления, инструменты, объекты работ, производственные процессы, а также обеспеченностью рабочего места средствами обучения и инструктажа, работающих — средствами индивидуальной защиты.

Оценка условий труда по травмоопасности проводится путем сравнения фактически имеющихся средств защиты работающих от травм с нормативными. При этом условия труда относятся:

к 1-му классу (оптимальному), если оборудование и инструмент полностью соответствуют технической документации, стандартам и правилам (нормативным правовым актам); установлены и исправны необходимые средства защиты; средства инструктажа и обучения составлены в соответствии с требованиями охраны труда;

ко 2-му классу (допустимому), если на работоспособном оборудовании повреждены и неисправны средства защиты так, что их защитные функции не снижаются (частичное загрязнение сигнальной окраски, ослабление отдельных крепежных деталей и т. п.); средства инструктажа и обучения в целом отвечают предъявляемым требованиям охраны труда;

к 3-му классу (опасному), если повреждены, неисправны или отсутствуют предусмотренные конструкцией оборудования средства защиты рабочих органов и передач машин (ограждения, блокировки, сигнализация и т.д.), неисправен инструмент; отсутствуют инструкции по охране труда либо имеющиеся инструкции составлены без учета соответствующих требований, нарушены условия их пересмотра; отсутствуют средства обучения безопасности труда (правила, контролирующие и обучающие программы, пособия и др.) либо эти средства составлены некачественно и нарушены условия их пересмотра.

Травмобезопасность на рабочих местах в общем случае характеризуется:

а) наличием средств защиты работников от воздействия движущихся частей оборудования; ограждений кабелей, трубопроводов, гидро-, паро- и пневмосистем, предохранительных клапанов, а также наличием в ограждениях фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов; устройств для перемещения частей оборудования вручную при ремонтных и монтажных работах (ручного инструмента и приспособлений); сигнальной окраски и знаков безопасности, и других сигнализаторов нарушения нормального функционирования технологического оборудования, производственных процессов, а также средств аварийной остановки; инструкций по охране труда, отвечающих предъявляемым требованиям;

б) исключением опасности, вызванной разбрызгиванием обрабатываемых и (или) используемых в производстве и оборудова-

нии материалов и веществ, падением или выбрасыванием предметов (инструментов, заготовок и т.п.); разрушением строительных конструкций и конструкций оборудования, трубопроводов, гидро-, паро- и пневмосистем; исключением опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении, а также при повреждении цепи управления энергоснабжением (самопроизвольном пуске оборудования, невыполнении команд на остановку, падении и выбрасывании подвижных частей оборудования и закрепленных на нем предметов); контакта горячих частей оборудования с открытыми частями кожных покровов работающих, с пожаровзрывоопасными веществами, если контакт может явиться причиной ожога, пожара или взрыва;

в) соответствием существующих размеров проходов и проездов нормативным требованиям; расстояний между единицами оборудования, оборудованием и элементами зданий и помещений, автомобилями на постах, автомобилями и элементами зданий и помещений; расположения и исполнения средств управления и аварийной остановки технологическим, подъемно-транспортным, транспортным оборудованием;

г) безопасностью транспортных трасс в производственных помещениях и оснащенностью их средствами защиты и знаками безопасности.

К нормативным правовым документам по травмобезопасности относятся: ГОСТы, технические условия, паспорта, инструкции по эксплуатации на конкретные модели оборудования и механизированные передвижные и ручные инструменты; технологические маршрутные карты на выполнение конкретных работ, операций, процессов; инструкции по охране труда для отдельных специальностей или на выполнение отдельных видов работ и др.

На основании анализа производственного травматизма службой охраны труда предприятия должны быть предложены мероприятия по его снижению. Как известно, весь комплекс мероприятий по повышению безопасности труда делится на правовые, организационные и технические мероприятия.

Правовые мероприятия базируются на законодательных и подзаконных актах, организационные и технические — на нормативно-правовых и нормативно-технических актах в области охраны труда.

Организационные мероприятия основаны:

на технологической документации на эксплуатацию, обслуживание, ремонт;

правилах по охране труда (ПОТ);

правилах пожарной безопасности (ГШБ);

правилах обучения и инструктажа работников по ГОСТ 12.0.004—90;

правилах устройства электроустановок (ПУЭ);

правилах технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ);
правилах эксплуатации грузоподъемных механизмов;
правилах эксплуатации сосудов под давлением и др.

Технические мероприятия основаны на соблюдении требований стандартов и технических нормативов и реализуются по следующим направлениям:

модернизация технологического, подъемно-транспортного и другого производственного оборудования;

внедрение систем (устройств) автоматического и дистанционного управления производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами, применение роботов и манипуляторов в опасных и вредных зонах;

совершенствование технологических процессов;

внедрение систем автоматического контроля и сигнализации уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

Необходимо помнить, что несчастные случаи, являясь событиями случайными, носят в себе также закономерную причинно-следственную связь. Поэтому, если есть причины и предпосылки к возникновению несчастного случая, то следует исходить из предположения, что он обязательно произойдет. В связи с этим мероприятия по снижению травматизма должны разрабатываться как по прецеденту (каждому происшедшему несчастному случаю), так и по имеющимся в производстве потенциально опасным и вредным факторам.

2.4. Безопасность производственного оборудования, технологических процессов и работ

Общие требования. Требования безопасности, предъявляемые к любому оборудованию, могут быть разбиты на три группы [1,2, 19]:

1) требования безопасности, являющиеся наиболее общими для всех видов и типов оборудования, независимо от назначения, условий использования, особенностей конструкции или какой-либо другой специфики;

2) требования безопасности, являющиеся общими для одной или нескольких групп оборудования;

3) требования безопасности, вызванные специфическими (индивидуальными) особенностями отдельных видов (типов) оборудования, их конструкцией, принципом действия и т.п.

Эти требования отражены в нормативной правовой (ГОСТах и Правилах по охране труда) и технической (техническом паспорте и инструкции по технической эксплуатации) документации. Первая и вторая группы требований объединены стандартами ССБТ (см. п. 8.1).

Безопасность конструкции производственного оборудования обеспечивается (ГОСТ 12.2.003 — 91):

выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;

минимизацией потребляемой и накапливаемой энергии при функционировании оборудования;

выбором технологических процессов изготовления;

применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций;

надежностью конструкции и ее элементов;

применением средств механизации, автоматизации, дистанционного управления и контроля;

возможностью использования средств защиты, не входящих в конструкцию;

выполнением эргономических требований;

ограничением физических и психофизиологических нагрузок на работающих.

Производственное оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего периода эксплуатации.

К общим требованиям безопасности относятся следующие:

материалы конструкции оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм работающего, а также создавать пожаро- и взрывоопасную ситуацию;

конструкция оборудования должна исключать на всех режимах работы нагрузки на детали и сборные единицы, способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих;

конструкция оборудования должна обеспечивать надежную защиту работающих от травм, причинами которых могут стать какие-либо разрушающиеся части деталей или сборных единиц в результате воздействия на них нагрузок, превышающих расчетные;

конструкция оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения при всех предусмотренных условиях эксплуатации и монтажа, в противном случае должны быть предусмотрены средства и методы закрепления оборудования и его частей;

конструкция оборудования должна исключать падение или выбрасывание предметов (инструмента, заготовок, обработанных деталей и др.), представляющих опасность для окружающих, а также выбрасывание на рабочего смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей, либо в эксплуатационной документации должны быть представлены требования об использовании защитных средств, не входящих в конструкцию;

движущиеся части оборудования, являющиеся потенциальным источником травоопасности, должны быть ограждены или

расположены так, чтобы исключалась возможность касания работающего, или должны быть использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование;

конструкция электрооборудования должна включать в себя средства, обеспечивающие электробезопасность работающих установленными способами;

конструкция оборудования, в котором используются сжатые жидкости (воздух, газы или пар), должна исключать все опасности, вызываемые этими видами энергии;

оборудование, являющееся источником шума, ультразвука и вибрации, должно быть выполнено так, чтобы уровни шума, ультразвука и вибрации не превышали нормативных значений;

оборудование, работа которого сопровождается выделением вредных или пожаровзрывоопасных веществ, должно включать встроенные устройства для их удаления или обеспечивать возможность подсоединения к внешним удаляющим устройствам и сетям так, чтобы концентрация вредных и пожаровзрывоопасных веществ в воздухе рабочей зоны не превышала допустимую;

конструкция оборудования должна исключать возможность соприкосновения работающего с горячими или переохлажденными частями или его нахождение в непосредственной близости от них, если это может повлечь травмирование, перегрев или переохлаждение работающего;

конструкция оборудования должна исключать опасность, вызываемую разбрызгиванием горячих обрабатываемых и (или) используемых при эксплуатации веществ и материалов, в противном случае в эксплуатационной документации должны предусматриваться требования по использованию средств защиты, не входящих в конструкцию;

система управления оборудованием должна обеспечивать надежное и безопасное ее функционирование на всех режимах, исключать создание опасных ситуаций из-за нарушения работающим последовательности управляющих действий, обеспечивать возможность экстренного торможения и аварийного останова (выключения), обеспечивать работающего информацией о нарушениях функционирования оборудования, приводящих к опасной ситуации, обеспечивать невозможность самопроизвольного включения или отключения оборудования.

На предприятиях различных отраслей экономики широкое применение получил ручной и механизированный инструмент универсального или специального назначения. Требования безопасности к механизированному инструменту полностью входят в состав требований к производственному оборудованию с включением дополнительных требований по электробезопасности и исключением ряда требований, не применимых к инструменту, обу-

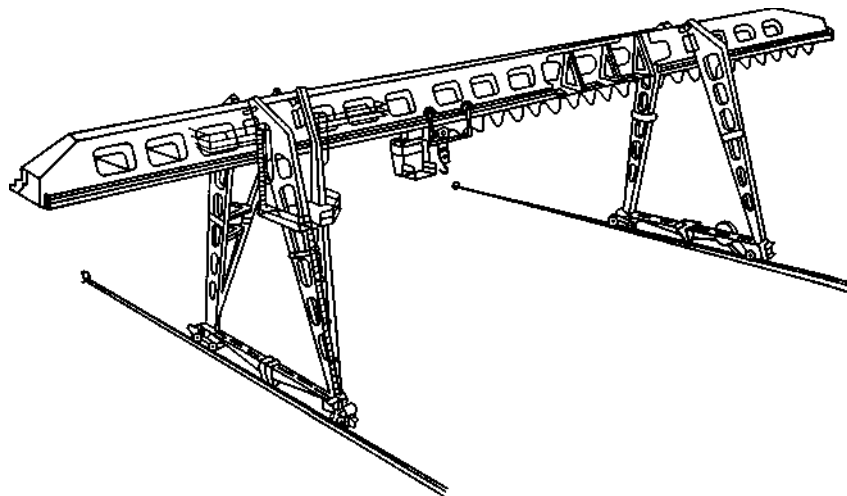


Рис. 2.5. Козловой кран

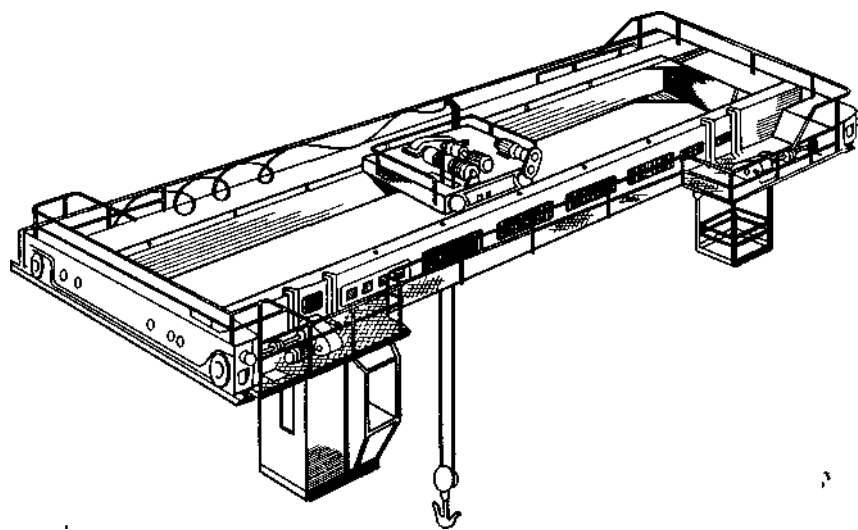


Рис. 2.6. Мостовой кран

ловленных спецификой эксплуатации (производственное оборудование, как правило, стационарное, а механизированный инструмент — передвижной или переносной). Требования безопасности к ручному инструменту включают в себя требования к качеству, размерам, износу и состоянию рабочих поверхностей; состоянию нерабочих поверхностей; качеству, размерам, состоянию ручек и рукояток.

Безопасность грузоподъемного оборудования. На предприятиях широкое применение нацию грузоподъемное оборудование: краны, кран-балки, подъемники, тали, домкраты и др.

Козловые краны (рис. 2.5) применяются на открытых площадках, складах и товарных станциях. Мостовые краны (рис. 2.6) находят применение в закрытых цехах предприятий для перемещения крупных частей оборудования и тяжелых заготовок, а также для перемещения мелких грузов в контейнерах. Автомобильные краны (рис. 2.7) наиболее мобильны и экономичны, однако их использование внутри цехов затруднено из-за выхлопных газов. Этот вид оборудования должен соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации кранов Госгортехнадзора России [19, 20].

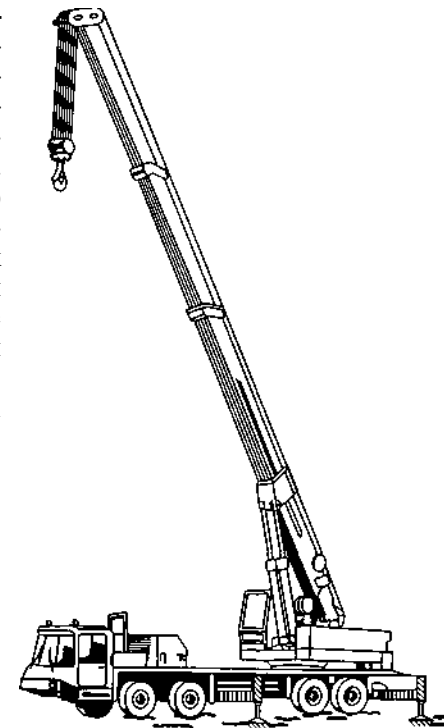


Рис. 2.7. Автомобильный кран

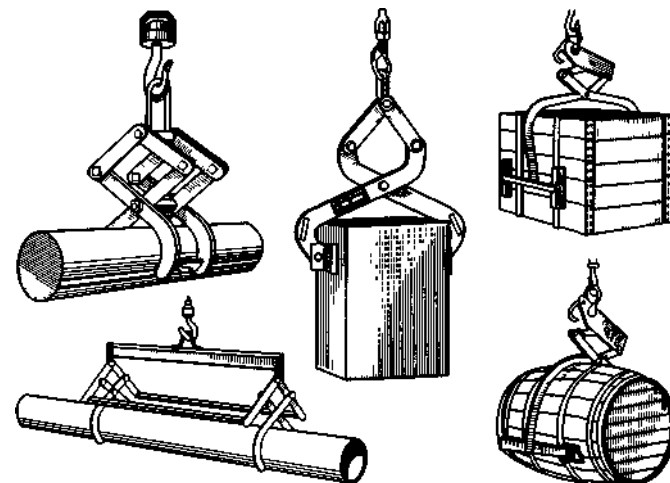


Рис. 2.8. Закрепление грузов перед подъемом с помощью захватов

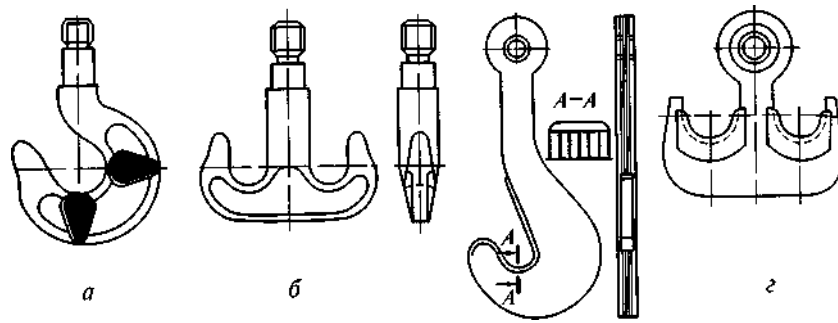


Рис. 2.9. Грузозахватные приспособления.

а — однорогий крюк, *б* — двурогий крюк, *в, г* — пластинчатые крюки

К требованиям безопасности, предъявляемым к конструкции подъемного оборудования, относятся следующие:

все элементы конструкции, надежность которых напрямую определяет безопасность эксплуатации оборудования, должны рассчитываться с использованием дифференциального метода определения допускаемых напряжений с учетом рекомендуемых значений коэффициентов запаса прочности;

грузозахватные устройства кранов должны иметь форму и сечение, обеспечивающие надежное удерживание гибких сменных грузозахватных приспособлений (рис. 2.8);

крюки кранов, перемещающих груз в контейнерах или другой таре, имеющих скобы или другие жесткие элементы для навешивания на крюк, а также на цепях, должны быть снабжены предохранительными замками (рис. 2.9);

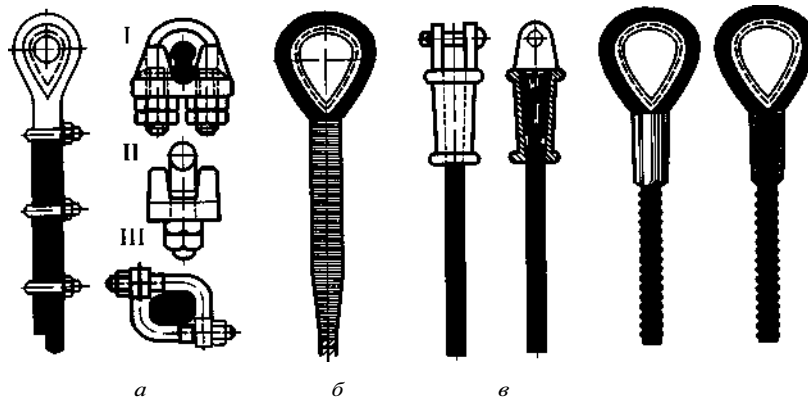


Рис. 2.10. Виды заделки концов канатов.

а — с помощью анкерных болтов (I—III — варианты заделки), *б* — с применением оплетки троса, *в* — с применением стальных коушей, *г* — с применением втулки

петли на концах канатов для крепления их на грузоподъемном механизме, а также петли строп, сопряженные с кольцами, крюками и другими деталями, должны быть выполнены с применением коуша путем заплетки свободного конца каната, постановки зажимов или другим проверенным способом с шагом расположения зажимов и длиной свободного конца каната не менее шести диаметров каната (рис. 2.10);

в качестве гибких элементов грузоподъемных механизмов должны использоваться стальные канаты, сварные и пластинчатые цепи, удовлетворяющие требованиям Госгортехнадзора и соответствующие ГОСТу;

механизмы подъема и передвижения кранов должны иметь остановы для удержания грузов в подвешенном состоянии и тормоза;

конструкция грузоподъемного оборудования должна исключать возможность его опрокидывания под нагрузкой;

ручные домкраты должны исключать возможность самопроизвольного опускания груза при снятии усилия с рычага или рукоятки, а также иметь ограничители хода винта или рейки при нахождении штока в верхнем положении;

обратные клапаны или другие устройства гидравлических и пневматических домкратов и подъемников должны обеспечивать медленное, плавное опускание штока или остановку его в случае повреждения трубопроводов, подводящих или отводящих жидкость (воздух), и др.

Требования безопасности при эксплуатации грузоподъемного оборудования оговорены в Правилах по охране труда и Правилах устройства и безопасной эксплуатации кранов:

все грузоподъемные механизмы, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться периодическому техническому переосвидетельствованию (полному — не реже одного раза в три года, частичному — не реже одного раза в год); при полном освидетельствовании должны осуществляться осмотр, статическое и динамическое испытания, при частичном — только осмотр;

съемные грузозахватные приспособления после ремонта должны подвергаться техническому освидетельствованию, осмотру и испытанию нагрузкой (осмотр: тары — через 6 мес, клещей и Других захватов — через 1 мес, строп — через 10 дней);

испытание домкратов и подъемников должно производиться 1 раз в год статической нагрузкой, больше предельной на 10 % (по паспорту) в течение 10 мин при нахождении штока или штанг в верхнем положении;

у гидравлических домкратов и подъемников падение давления Жидкости к концу испытаний не должно быть более 5 %;

ответственность за содержание в исправном состоянии грузоподъемных механизмов, а также организацию своевременного их

освидетельствования и осмотра должна быть возложена на главного механика или другого специалиста предприятия, в подчинении которого находится персонал (кроме стропальщиков), обслуживающий грузоподъемные механизмы;

на предприятии должно быть назначено лицо, ответственное за безопасное производство работ по перемещению грузов грузоподъемным оборудованием, из числа специалистов предприятия, имеющих соответствующее действующее удостоверение;

к управлению грузоподъемными механизмами с пола допускаются работники после прохождения соответствующего обучения и ежегодной проверки знаний по управлению грузоподъемными механизмами;

канаты и цепи, применяемые в качестве строп, должны иметь сертификат завода-изготовителя;

разрешается перемещать и поднимать грузы грузоподъемными механизмами только массой, не превышающей паспортную грузоподъемность оборудования;

при работе грузоподъемного крана не допускается: вход на кран во время его движения; перетягивание груза по земле, полу крюком крана при наклонном положении грузовых канатов; освобождение защемленных грузом стропов, канатов и цепей; оттягивание груза во время его подъема; укладывание и передвижение грузов собственным весом; разгрузка груза в оконные проемы и на балконы при отсутствии специальных приемных площадок; работа при неисправных приборах безопасности, тормозах и др.

Безопасность производственных процессов и работ. Принципы безопасности организации производственных процессов и общие требования их проведения устанавливает ГОСТ 12.3.003 — 75*. К ним относятся:

устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами, оказывающими вредное действие на организм человека;

замена технологических процессов и операций, связанных с проявлением травмоопасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, в которых данные факторы отсутствуют или имеют меньшие уровни;

комплексная механизация и автоматизация производства, применение дистанционного управления при наличии в процессах травмоопасных и вредных производственных факторов;

применение средств коллективной и индивидуальной защиты работающих;

проведение организационных мероприятий с целью обеспечения рациональных режимов труда и отдыха;

ограничение тяжести, монотонности и напряженности труда;

внедрение систем контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающим защиту работающих и аварийное отключение оборудования при возникновении опасной ситуации; своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками травмоопасных и вредных факторов, возникновения возгораний.

Безопасность производственных процессов обеспечивается за счет выполнения определенных правил ведения работ. Данные правила предусмотрены типовыми и отраслевыми правилами по охране труда. Существуют основные требования безопасности при выполнении работ непосредственно на рабочих местах.

1. Перед началом работы необходимо привести в порядок рабочее место, проверить действие вентиляции, исправность ограждений, пускового устройства машины, правильность направления вращения двигателей, смазку узлов оборудования, давление сжатого воздуха и пара, срабатывание пневмозадвижек, тормозов и блокировок. Пуск машины при наличии неисправности приточно-вытяжной вентиляции запрещается.

2. Включение электросети питания машин и оборудования в цехе, на участке должно производиться только дежурным электриком.

3. Размещение технологического оборудования и производственного инвентаря должно соответствовать принятым на предприятии схемам разделения труда, обеспечивающим их безопасность и удобство эксплуатации.

4. Рабочие места должны содержаться в чистоте и порядке. Инструмент и заготовки должны располагаться на строго определенных местах, обеспечивая безопасные и экономные приемы выполнения операций.

5. Во время работы оборудования запрещается: производить осмотр и смазку трущихся деталей; снимать, надевать и поправлять приводные ремни; снимать кожухи и ограждения; подтягивать сальниковые уплотнения, фланцы и т. п. на оборудовании и трубопроводах, находящихся под давлением; производить наладку, регулировку или ремонтные работы; касаться руками движущихся и нагретых до высокой температуры частей оборудования.

6. Во избежание возможного захвата отдельных частей тела работающего движущимися частями машин необходимо следить за тем, чтобы специальная рабочая одежда плотно облегалась тело, манжеты рукавов были застегнуты, а волосы убраны под головной убор.

7. Работа должна вестись строго в соответствии с технологической документацией, правилами и инструкциями по охране труда.

8. По окончании работ все электрооборудование должно быть отключено от электрической сети, очищено от грязи и отходов,

инструмент должен быть убран в ящики и шкафы, а рабочее место подготовлено к следующей рабочей смене.

2.5. Взрывозащита технологического оборудования и коммуникаций

Взрывоопасным является оборудование (котлы, газогенераторы, вулканизационные аппараты и др.), емкости и трубопроводы, работающие под высоким давлением. В сжатом состоянии используется в технологических процессах сжатый воздух, углекислый газ, пар, фреон и другие газы. При нарушении герметичности сосудов и труб из-за недостаточной прочности или неустойчивости установленных режимов могут происходить взрывы. Вследствие взрывов могут иметь место производственные травмы: ожоги, механические повреждения взрывной волной, деталями конструкций, отравления токсичными веществами [11, 15, 19].

В различных отраслях промышленности широко применяется газовая резка и сварка металлов. Для этого используется специ-

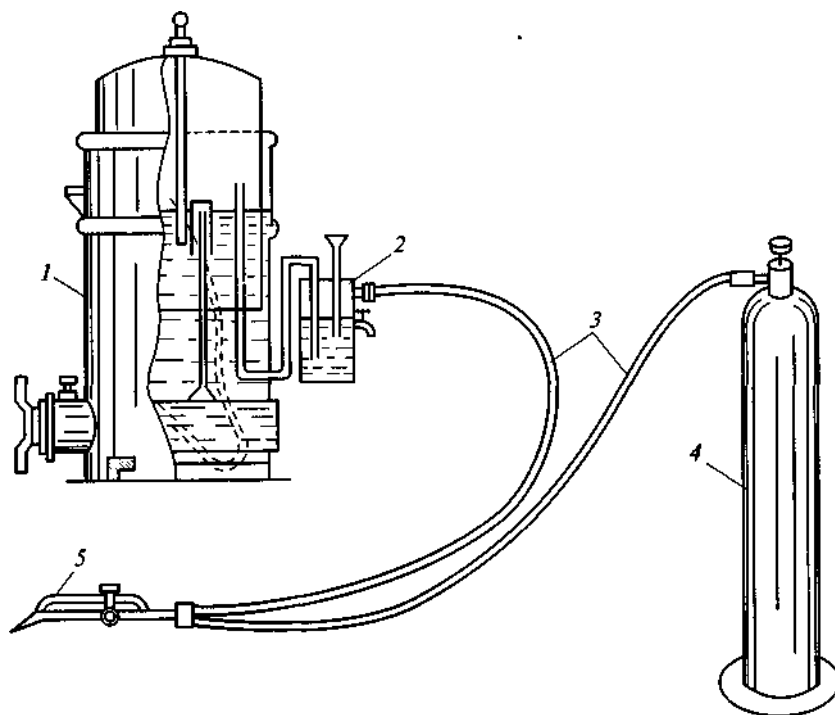


Рис. 2.11. Установка для газовой сварки и резки металлов:
1 — ацетиленовый генератор; 2 — водяной затвор; 3 — резиновые шланги; 4 — кислородный баллон с редуктором; 5 — горелка или резак

альное оборудование, включающее в себя газовый генератор для производства ацетилена (или баллон с ацетиленом) и баллон с кислородом (рис. 2.11).

Трубопроводы для жидкостей и газов условно подразделяются на трубопроводы низкого (до 100 МПа) и высокого (более 100 МПа) давления. Для повышения прочности трубы выполняются из углеродистых и легированных сталей.

Баллоны также бывают высокого и низкого давления, имеют определенный стандарт и рассчитаны для хранения определенного газа. Широкое распространение получили стандартные баллоны, имеющие вместимость 40 л при давлении газа 12,5—15,0 МПа, в которых могут храниться сжатый воздух, азот, инертные газы, метан, пропан, этилен и иные газы. Такие баллоны изготавливаются из углеродистой стали и имеют высоту 1,4 м, наружный диаметр 219 мм и толщину стенок 8 мм. Баллоны для агрессивных газов и смесей изготавливаются из легированных сталей и снабжаются опознавательной окраской (рис. 2.12). Вентили баллонов для воздуха, кислорода, азота делают из латуни, а не из стали, так как последняя подвержена коррозии. На каждом баллоне име-

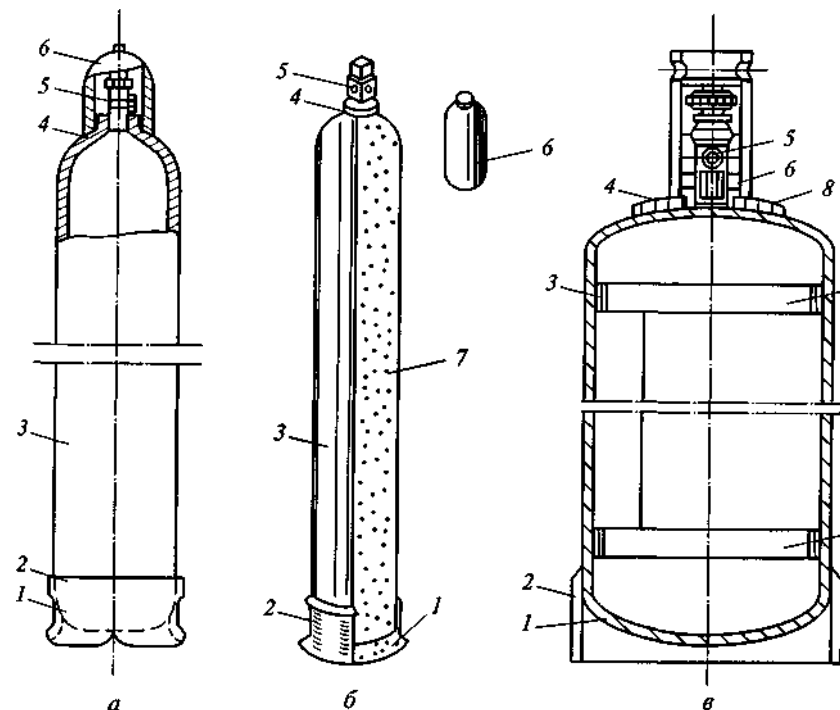


Рис. 2.12. Баллоны для газов:

а — для сжатого кислорода; б — для ацетилена; в — для сжиженного пропан-бутана;
1 — днище; 2 — опорный башмак; 3 — горловина; 4 — корпус; 5 — вентиль; 6 — колпак; 7 — пористая масса; 8 — паспортная табличка; 9 — подкладные кольца

ется клеймо, на котором указывается знак завода-изготовителя, номер баллона, масса баллона в килограммах, вместимость в литрах, дата изготовления (испытания), год следующего испытания, рабочее и пробное давление.

Баллоны окрашивают в цвета, соответствующие виду хранимых веществ (табл. 2.6).

В сосудах — цистернах, бочках, сосудах Дьюара, которые имеют насыпную вакуумную и вакуумно-порошковую термоизоляцию, — хранят и перевозят сжиженные газы (рис. 2.13).

Транспортные цистерны имеют вместимость до 35 000 л. Наружную поверхность цистерн и бочек окрашивают эмалью, масляной или алюминиевой краской в светло-серый цвет и снабжают надписями и отличительными полосами.

Таблица 2.6

Опознавательная окраска баллонов для хранения газов

Газ	Цвет баллонов	Надпись	Цвет надписи	Цвет полос
Азот	Черный	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтый	Аммиак	Черный	—
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный	—
Бутилен	Красный	Бутилен	Желтый	Черный
Нефтегаз	Серый	Нефтегаз	Красный	—
Бутан	Красный	Бутан	Белый	—
Водород	Темно-зеленый	Водород	Красный	—
Воздух	Черный	Воздух	Белый	—
Кислород	Голубой	Кислород	»	—
Сероводород	Белый	Сероводород	Красный	Красный
Сернистый ангидрид	Черный	Сернистый ангидрид	Белый	Желтый
Углекислота	Желтый	Углекислота	Черный	—
Фосген	Защитный	—	—	Красный
Фреон-11	Алюминиевый	Фреон-11	Черный	Синий
Фреон-12	»	Фреон-12	»	—
Фреон-13	»	Фреон-13	»	Красный (2 шт.)
Фреон-22	»	Фреон-22	»	Желтый (2 шт.)
Хлор	Защитный	—	—	Зеленый
Этилен	Фиолетовый	Этилен	Красный	—

Примечание. «—» — надпись или полоса отсутствует.

Сосуды, работающие под давлением, эксплуатируются в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. После установки на предприятиях данные сосуды регистрируются органами Госгортехнадзора.

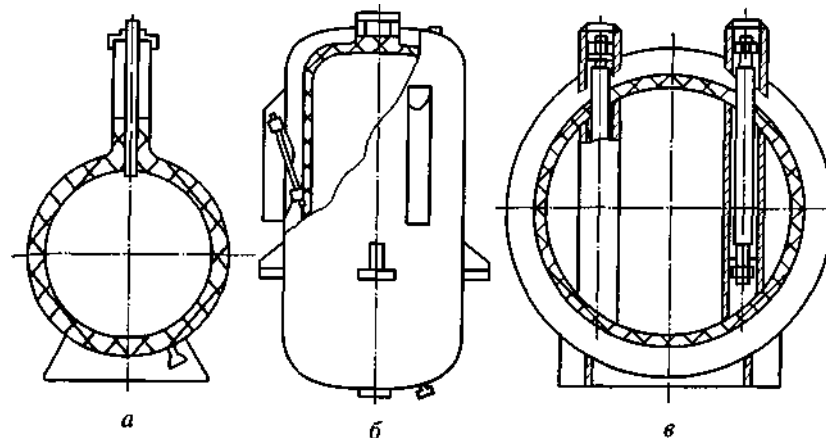


Рис. 2.13. Сосуды для хранения сжиженных газов:

a — сосуд в виде отрезка трубы; *б* — сосуд с внешней системой подвески; *в* — сосуд с находящимися внутри него креплениями

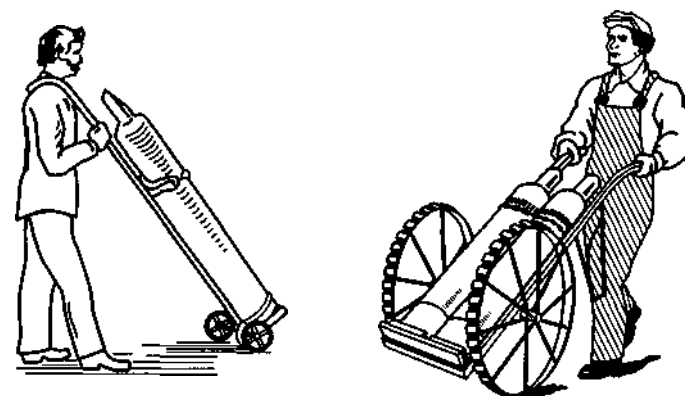


Рис. 2.14. Транспортировка баллонов на тележках:

a — одного баллона; *б* — двух баллонов

Транспортировка баллонов с газом по территории предприятия осуществляется с помощью специальных тележек (рис 2.14).

Устройства, работающие под давлением, комплектуются манометрами для контроля давления. Манометры должны проверяться не реже одного раза в год. Один раз в полгода владельцы должны Производить дополнительную проверку манометра с помощью контрольного манометра. Манометр нельзя использовать, если отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении проверки, если просрочен срок проверки, если при отключении прибора его стрелка не возвращается на нулевую отметку (возможно отклю-

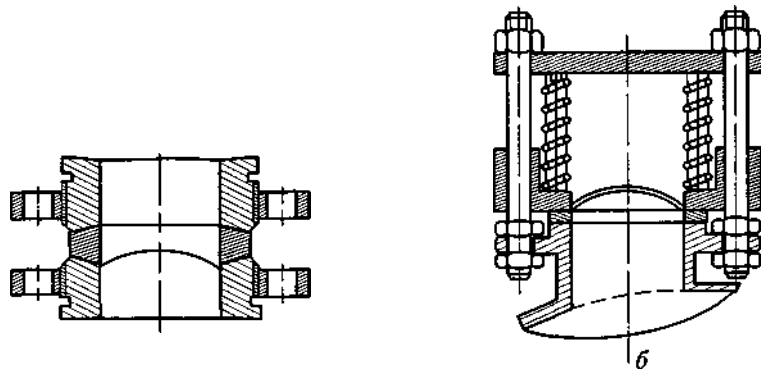


Рис. 2.15. Линзовая разрывная мембрана (а) и клапан с наружными периферийными пружинами (б)

нение от нуля на величину, равную половине допускаемой погрешности для данного прибора), если разбито стекло прибора или имеются другие повреждения, которые могут привести к утрате его работоспособности.

Емкости, подверженные нагреву в процессе работы, должны быть снабжены необходимыми приборами для контроля прогрева сосудов и устройствами (реперами) для контроля тепловых расширений.

В качестве предохранительных устройств используются пружинные предохранительные клапаны, рычажно-грузовые предохранительные клапаны, импульсные предохранительные устройства, состоящие из главного и управляющего клапана, а также предохранительные взрывные клапаны и мембраны. Мембранам часто придают выпуклую форму, чтобы избежать явления деформации материала перед его разрывом (рис. 2.15).

2.6. Защита работающих от механического травмирования

Все средства защиты от механического травмирования, используемые на промышленных предприятиях, подразделяются на коллективные и индивидуального назначения (см. п. 5.1). Классификация технических средств коллективной защиты представлена на рис. 2.16, а конструктивное исполнение некоторых из них — на рис. 2.17 [1, 15].

Для защиты от механического травмирования в условиях техносферы используют тормозные, предохранительные и ограждающие устройства, средства автоматического контроля, сигнализации и предупреждающие знаки безопасности.

Тормозные устройства по назначению подразделяются на рабочие, резервные, стояночные и экстренного торможения.



Рис. 2.16. Классификация технических средств коллективной защиты

Предохранительные устройства предотвращают появление опасного фактора в зоне нахождения человека или части его организма. Они подразделяются на две группы, осуществляющие защитные функции по разному принципу. Блокировочные устройства не позволяют появиться опасному фактору в зоне нахождения

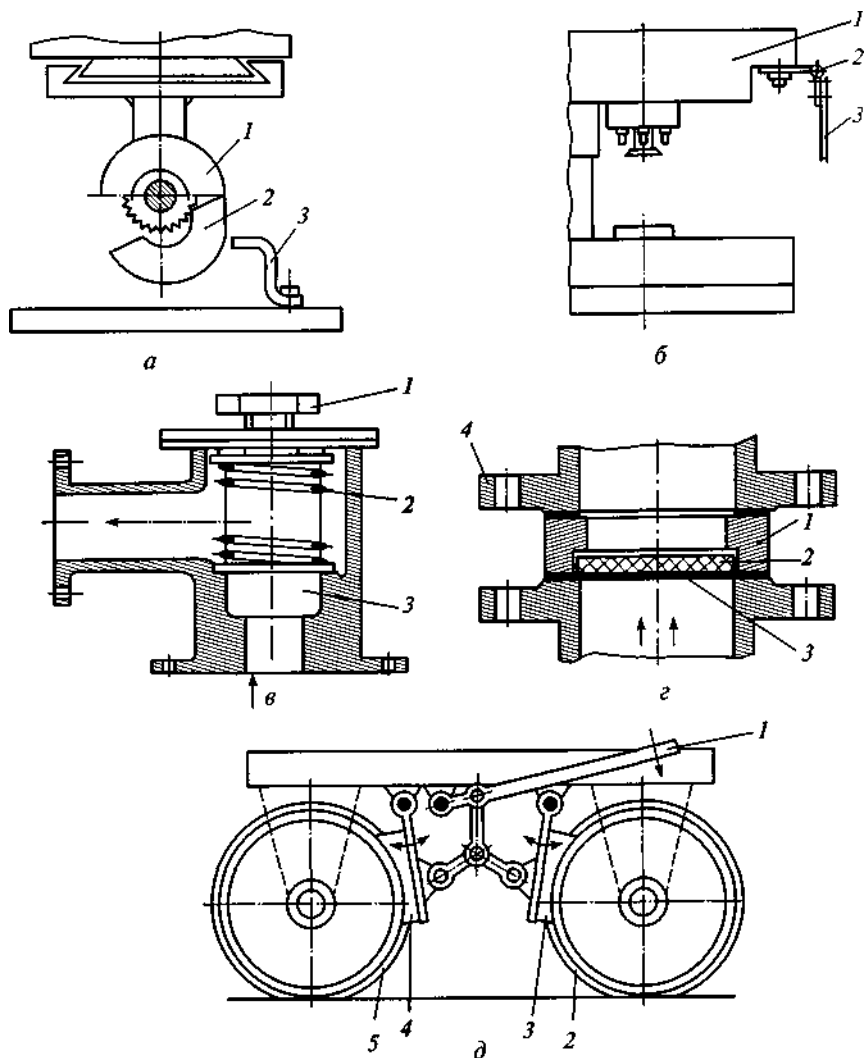


Рис. 2.17. Виды технических средств коллективной защиты:
а — маятниковое ограждение фрезы (1 — неподвижная часть; 2 — подвижная часть; 3 — ограничитель); *б* — эластичный экран для прессы (1 — корпус; 2 — шарнирное соединение; 3 — экран); *в* — пружинный предохранительный клапан (1 — регулировочный винт; 2 — пружина; 3 — золотник); *г* — ломающаяся предохранительная мембрана (1 — кольцо; 2 — мембрана; 3 — герметизирующая пленка; 4 — фланцы); *д* — шарнирно-рычажный тормоз грузовой тележки (1 — рычаг; 2, 3, 4 — колодки; 5 — ободья колес)

ния человека. Они либо не позволяют открыть ограждение при работающей машине, либо выключают машину или не позволяют ее включить при снятом или открытом ограждении.

Оградительные устройства — это средства защиты, предотвращающие попадание человека в травмоопасное пространство. Такие устройства изолируют зоны действия режущих, штампующих, разогревающих, токопроводящих и излучающих (электромагнитные, тепловые и ионизирующие поля) устройств. Другие устройства ограждают рабочие зоны, находящиеся на высоте, и предотвращают падение с высоты.

Средства автоматического контроля и сигнализации по назначению подразделяются на предупреждающие, информационные, аварийные и ответные. По способу приведения в действие — на автоматические и полуавтоматические. По характеру сигнала данные средства делятся на звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные. По характеру подачи сигнала — на непрерывные и пульсирующие.

Информационная сигнализация применяется для обеспечения согласованности действий работающих, особенно в случаях, когда нарушены возможности для речевой связи. Разновидностью информационной связи являются всякого рода схемы, надписи и указатели.

Предупредительная сигнализация предназначена для информирования об опасности. К ней относятся световые и звуковые сигналы, которые поступают от первичных приборов систем контроля (например, система предупреждения, срабатывающая при недопустимом росте давления в системе паросиловой установки), а также предупреждающие указатели и плакаты, например: «Не входить», «Не включать — работают люди». Указатели иногда выполняются в виде светового табло с мигающей подсветкой. Разновидностью предупреждения является сигнальная окраска.

Знаки безопасности предусмотрены ГОСТ 12.4.026 — 76. Они могут быть предупреждающими, запрещающими, предписывающими и указательными и отличаются формой и цветом (см. п. 5.1).

Особую опасность представляют собой объекты, встречающиеся в автоматизированном и роботизированном производстве. Регулировка и наладка средств производства в таких цехах должна производиться в специально отведенное время; при этом оборудование должно быть обесточено. Правила эксплуатации автоматического оборудования и роботов предусмотрены ГОСТ 12.2.072—72. Контроль за соблюдением данных правил возложен на службу главного механика предприятия, а также на механиков подразделений.

2.7. Мероприятия и средства обеспечения электробезопасности

Воздействие электрического тока на организм человека. Электротравматизм на производстве и в быту представляет серьезную опасность для здоровья людей. По статистике в России на долю элект-

рических травм приходится более 3 % общего числа производственных травм, при этом 12—13% из них являются смертельными. Бытовые электротравмы составляют примерно 40 % всех несчастных случаев, которые привели к смерти пострадавших. Основными причинами поражения людей электрическим током являются:

прикосновение к незащищенным токоведущим частям электропотребителей или распределительных устройств при эксплуатации или техническом обслуживании под напряжением (случайное прикосновение из-за невнимательности, усталости, нарушения правил техники безопасности; использование для работы инструмента с токопроводящими рукоятками и др.);

ошибочная подача напряжения на оборудование или электроприборы при техническом обслуживании и ремонте по халатности, невнимательности, технической неграмотности или из-за отсутствия на включающем устройстве предупреждающих знаков и плакатов безопасности;

прикосновение к находящимся под напряжением электрическим проводам с нарушенной изоляцией;

прикосновение к металлическим частям оборудования, электроприемников, а также сооружений, случайно оказавшимся под напряжением в результате пробоя изоляции или соприкосновения с проводами линии электропередачи, оголенными жилами сети (кабеля) электропитания;

воздействие шагового напряжения при передвижении человека в непосредственной близости от упавшего на землю и находящегося под напряжением провода линии электропередачи или контактного провода электротранспорта.

Электротравма — результат воздействия на человека электрического тока и (или) электрической дуги. Электрический ток, проходя через тело человека, производит термическое, электролитическое (биохимическое) и механическое (биологическое) воздействие, а электрическая дуга — термическое, световое и ультрафиолетовое воздействие.

Термическое воздействие выражается в нагреве, вплоть до ожогов, отдельных участков тела, кровеносных сосудов, нервных волокон и т.п., электролитическое (биохимическое) — в разрушении структуры крови и других органических жидкостей, нарушении их физико-химических составов и протекающих в организме биологических процессов, разрушении тканей. Механическое (биологическое) воздействие характеризуется раздражением и возбуждением живых тканей организма, сопровождающимся непроизвольными судорожными сокращениями отдельных групп мышц, сердца и легких. Световое и ультрафиолетовое излучения поражают глаза.

К местным электрическим травмам относятся:

электрические ожоги (токовые или контактные, дуговые или комбинированные);

электрические знаки (метки) — местные уплотнения кожи серого или бледно-желтого цвета (они безболезненны и быстро проходят);

металлизация кожи — вкрапления мельчайших частиц металла в кожу в местах контакта электрода или электрической дуги с телом;

механические повреждения кровеносных сосудов, нервных волокон, вывихи суставов, переломы костей, вызванные судорожными сокращениями мышц;

электроофтальмия — воспаление наружных слизистых оболочек глаз и возможное, что наиболее опасно, повреждение роговой оболочки вследствие ультрафиолетового излучения токовой дуги.

К общим электрическим травмам относятся электрические удары различных степеней тяжести. Под электрическим ударом понимается процесс судорожного возбуждения мышечных тканей организма под действием электрического тока. В зависимости от последствий различают четыре степени электрического удара: судорожное сокращение мышц без потери сознания; судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но сохранением дыхания; потеря сознания с нарушением дыхания или сердечной деятельности; состояние клинической смерти в результате фибрилляции сердца или асфиксии (удушья).

Тяжесть поражения человека электрическим током зависит от множества факторов, к которым относятся: род и величина тока, путь (петля) тока, сопротивление тела, длительность нахождения под током, параметры внешней среды и др.

Основным поражающим фактором является величина (сила) электрического тока. При длительном (более 1 с) протекании через тело переменного тока промышленной частоты можно выделить его характерные значения. Пороговый ток ощущения составляет 0,8 — 1,2 мА, при этой силе тока появляется легкое дрожание пальцев. Если сила тока увеличивается до 2,0 — 2,5 мА, то у человека возникают болевые ощущения, а при силе тока 5,0 — 7,0 мА — судороги в руках. Сила тока 10,0—16,0 мА является пороговым неотпускающим током, так как человек не в состоянии самостоятельно оторвать руки от электродов. Увеличение силы тока с 20 до 80 мА вызывает затруднение дыхания и потерю сознания. Сила тока 100 мА и более является смертельно опасной — это фибрилляционный ток, который воздействуя непосредственно на сердечные мышцы, вызывает фибрилляцию сердца (быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы) и паралич дыхания. В каждом конкретном случае величина Поражающего тока будет различной. Ориентировочно для здорового человека величина поражающего тока /, мА, может быть рассчитана по массе тела G , кг:

$$/ = 1,2 (30 + 3,7(7)).$$

Постоянный ток менее опасен, чем переменный (в 4—6 раз по сравнению с током промышленной частоты). Наиболее опасным для человека является ток частотой 70 Гц. Ток промышленной частотой 50 Гц равноценен по опасности такому же току частотой 100 Гц. С ростом частоты значения поражающих токов увеличиваются, т. е. опасность поражения уменьшается.

Путь, или петля, тока в организме человека во многом определяет тяжесть поражения. Различают так называемые большие (полные) петли, которые захватывают область сердца (через сердце проходит 8—12% общего значения тока), и малую петлю, которая через сердце проходит до 0,4 % всего тока. К большим петлям относятся следующие пути тока: «рука—рука», «правая рука—ноги», «левая рука—ноги», «голова—рука», «голова—ноги». Малой петлей является путь тока «нога — нога». Поражения человека электрическим током, протекающим по большим петлям, являются преобладающими по частоте случаев электротравматизма (до 94 % общего числа) и носят более тяжелый характер (более 80 % пострадавших теряли сознание).

Сила тока, проходящего через организм человека, определяется приложенным напряжением и суммарным электрическим сопротивлением цепи, в которую оказался включенным человек, имеющий свое электрическое сопротивление. Сопротивление тела человека (омическое) складывается из внутреннего и наружного сопротивлений. Основной составляющей является наружное сопротивление рогового слоя кожи (эпидермиса). Если принять сопротивление кожи в относительных единицах за 100 %, то сопротивление внутренних тканей составит 15—20% (600—800 Ом), а нервных волокон — не более 2,5 %. В качестве расчетной величины сопротивления тела принято значение 1 кОм (1000 Ом), однако в реальных условиях для конкретного человека эта величина может меняться в широких пределах.

На сопротивление организма воздействию электрического тока оказывают влияние многие факторы, в том числе физическое и психическое состояние человека. Повреждение или заболевание кожных покровов, общее недомогание, усталость, голод, алкогольное опьянение или наркотическое отравление, эмоциональное возбуждение значительно снижают сопротивление. Так, при сухой и неповрежденной коже ее сопротивление у здорового человека может достигать 20 кОм; пот или загрязнение кожи снижают эту величину в 12—15 раз. Электрическое сопротивление человека, находящегося в воде, уменьшается в 25 раз. На величину сопротивления влияют также приложенное напряжение и длительность нахождения человека под ним. Чем выше напряжение, тем меньше сопротивление тела. Чем больше времени человек ока-

зался включенным в электрическую цепь, тем тяжелее последствия травмы, так как с течением времени резко увеличивается сила тока из-за уменьшения сопротивления и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм.

Пороговые значения поражающих токов зависят от продолжительности их воздействия на организм. Для электрического тока промышленной частоты они составляют 500 мА — при длительности 0,1 с; 100 мА — при длительности 0,5 с; 50 мА — при длительности 1 с. С учетом этого принято различать кратковременное (до 1 с) и длительное (1 с и более) воздействия тока на человека.

Условия поражения электрическим током. Поражение электрическим током происходит в результате прямого или косвенного прикосновения, а также недопустимого приближения человека к металлическим частям, находящимся или оказавшимся под напряжением.

Прямым называется прикосновение к неизолированным токоведущим частям, нормально находящимся под напряжением (оголенные провода, шины, клеммы, контакты и т.п.). Прикосновения к нетоковедущим, но токопроводящим (металлическим) частям оборудования, инструмента или инженерных сооружений, оказавшихся под напряжением, относятся к *косвенным*.

Прямые прикосновения случаются, как правило, по вине человека — самого пострадавшего либо должностного лица, не обеспечившего безопасность. Косвенные прикосновения происходят из-за пробоя изоляции по тем или иным причинам, не связанным с действиями пострадавшего, и могут рассматриваться как отказ техники.

Условия поражения электрическим током при прямом и косвенном прикосновениях определяются видом и параметрами электрической сети, типом прикосновения, применяемыми способом и средствами защиты, классом опасности помещения (условий работ) и степенью изоляции человека от земли (под землей понимается точка почвы с нулевым потенциалом).

В настоящее время нашли применение следующие виды (по ГОСТ Р 50571—94) электрических сетей напряжением до 1 кВ для питания электропотребителей на предприятиях, в административных и жилых зданиях (рис. 2.18) [8]:

IT — сеть с изолированной нейтралью (используется только на отдельных видах предприятий, таких как шахты, рудники, торфоразработки);

TT, *TN—C*, *TN—C—S*, *TN—S* — сети с глухозаземленной нейтралью.

Прямые прикосновения к токоведущим частям могут быть однополюсными и двухполюсными. При однополюсном прикосновении человек, стоящий на земле, касается рукой или головой неизолированных токоведущих частей (рис. 2.19, а, 2.20, а). Ток протекает по пути «рука — нога» или «голова — нога». При двухпо-

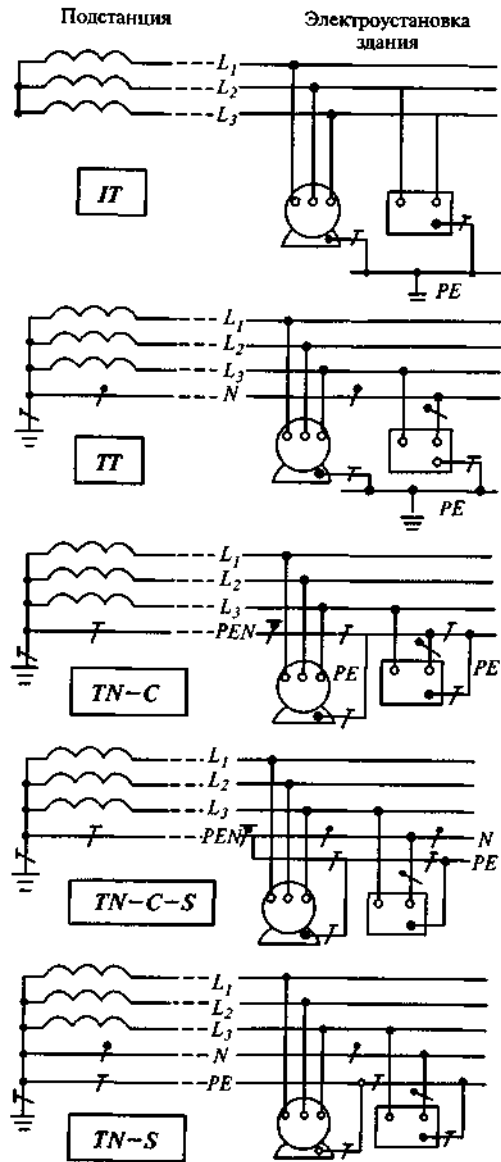
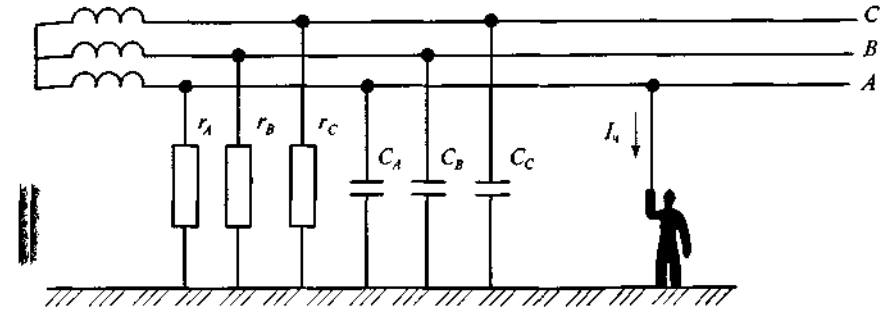
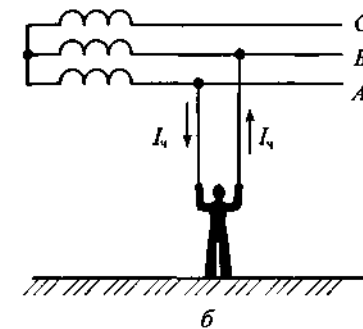


Рис. 2.18. Разновидности систем электроснабжения:

- (N) — нулевой рабочий проводник;
- 7" (PE) — нулевой защитный проводник,
- "7" (PEN) — совмещенный нулевой рабочий и нулевой защитный проводник,
- (L₁, L₂, L₃) — фазный проводник в трехфазной сети;
- (L) — фазный проводник в однофазной сети



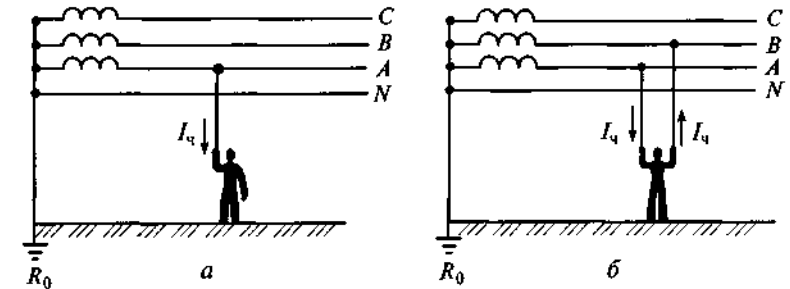
a



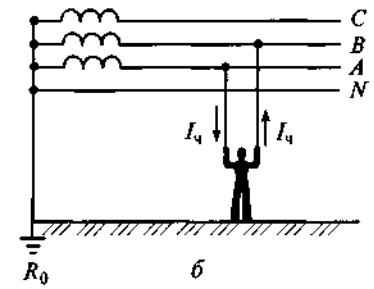
б

Рис. 2.19. Трехфазные электрические сети с изолированной нейтралью:

a — однополюсное прикосновение; б — двухполюсное прикосновение; $r_A, r_B, r_C, C_A, C_B, C_C$ — соответственно омические и емкостные сопротивления изоляции фаз C, B, A относительно земли, I_q — ток, протекающий через человека



a



б

Рис. 2.20. Трехфазные электрические сети с заземленной нейтралью:

a — однополюсное прикосновение; б — двухполюсное прикосновение; C, B, A, N — фазы; I_q — ток, протекающий через человека; R_0 — сопротивление заземлителя в центральной точке трансформатора на подстанции

люсном прикосновении человек, изолированный от земли, двумя руками или головой и одной рукой касается неизолированных проводов разных фаз или фазного и нулевого провода (рис. 2.19, б, 2.20, б). Изоляция человека от земли может обеспечиваться сопротивлением пола и обуви. В этом случае ток проходит по пути «рука — рука» или «голова — рука».

Наиболее опасными являются двухполюсные прикосновения во всех видах сетей, так как в этом случае человек попадает под линейное напряжение.

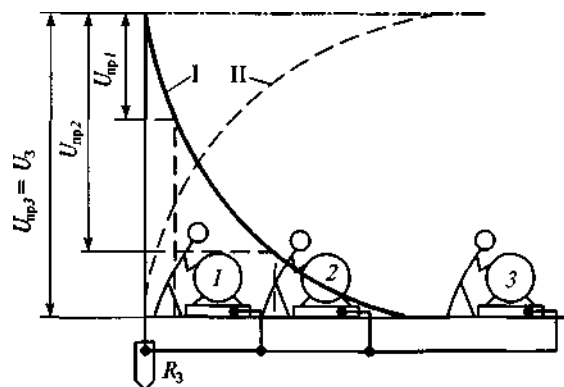


Рис. 2.21. Напряжение прикосновения к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением:

I — потенциал растекания тока в грунте; II — напряжение прикосновения; R_3 — сопротивление заземлителя; $U_{пр1}, U_{пр2}, U_{пр3}$ — напряжения прикосновения, U_3 — напряжение заземлителя

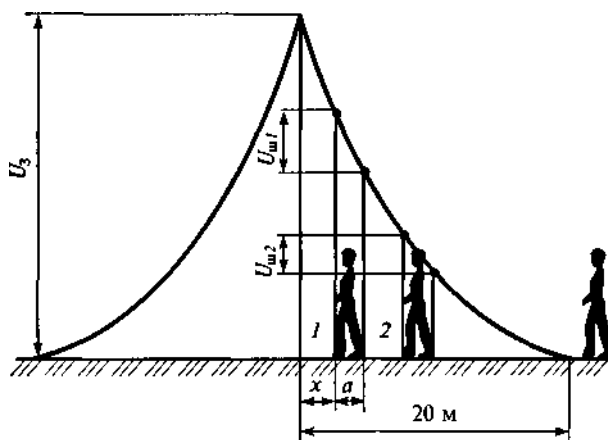


Рис. 2.22. Напряжение шага:

$U_{ш1}, U_{ш2}$ — напряжение шага; x — расстояние от заземлителя до ближней точки касания человеком поверхности земли; a — ширина шага; U_3 — напряжение заземлителя

Однополюсные прикосновения во всех сетях с глухозаземленной нейтралью также опасны. В сетях с изолированной нейтралью вследствие очень большого сопротивления между фазами и землей величина тока, проходящего через человека, при однополюсном прикосновении будет малой, равной величине тока утечки, и поражения не произойдет. В этом отношении сети IT более безопасны, чем сети TT и TN.

Косвенные прикосновения являются однополюсными. По опасности поражения они соответствуют прямым однополюсным прикосновениям. Величина тока, протекающего через человека при косвенном прикосновении, зависит от напряжения прикосновения. Для человека, стоящего на земле и касающегося заземленного оборудования, корпус которого оказался под напряжением, таким напряжением прикосновения будет являться разность потенциалов руки и ноги. Потенциал руки Φ_p равен фазному потенциалу, так как в результате пробоя изоляции фазы появилось напряжение на корпусе. Потенциал ноги Φ_n определяется потенциалом точки грунта в поле растекания тока в земле, на которой находится человек (рис. 2.21). Тогда напряжение прикосновения $U_{пр}$, В, определится по выражению

$$U_{пр} = \Phi_p - \Phi_n = I_3 \rho (1/r - 1/x) / (2\pi),$$

где I_3 — ток, стекающий через заземлитель, А; ρ — удельное сопротивление грунта, Ом-м; r — радиус заземлителя, м; x — расстояние от человека, стоящего на грунте, до заземлителя, м.

Напряжение прикосновения по мере удаления от заземлителя увеличивается и на расстоянии более 20 м становится равным фазному напряжению сети.

Поражение человека электрическим током может произойти также вследствие его попадания под шаговое напряжение. В этом случае ток протекает в теле человека по пути «нога — нога». Напряжением шага называется разность потенциалов между двумя точками земли, на которые одновременно опирается человек при перемещении в поле растекания тока в земле.

При пробое изоляции на корпус установки, присоединенной к заземлителю, обрыве и падении находящегося под напряжением фазного провода на землю потенциалы земной поверхности или токопроводящего пола приобретают повышенные значения. Наибольший потенциал, равный потенциалу заземлителя или фазы, имеет точка земли, расположенная непосредственно над заземлителем или в месте касания упавшего провода с землей. По мере удаления от этой точки в любую сторону потенциалы точек земной поверхности снижаются по закону, близкому к гиперболическому (рис. 2.22). На расстоянии 20 м от заземлителя зона растекания тока заканчивается — потенциалы земли имеют нулевое значение.

Человек, двигаясь от периметра зоны растекания к центру, одновременно касается двух точек земли с разными потенциалами. Напряжение шага $u_{ш}$, В, определяется по формуле

$$U_{ш} = \Phi_3 ar / (x^2 + ax),$$

где Φ_3 — потенциал заземлителя (провода); a — ширина шага, м (для взрослого человека — 0,8 м); r — радиус заземлителя (прово-

да), м; x — расстояние от заземлителя до ближайшей точки касания человеком поверхности земли, м.

Напряжение шага зависит от трех факторов: потенциала заземлителя; расстояния от человека до заземлителя (при удалении от заземлителя напряжение уменьшается, обращаясь в нуль за пределами зоны растекания) и ширины шага (чем она больше, тем больше напряжение). Опасность воздействия напряжения шага на человека заключается в том, что при протекании тока возникают судороги мышц ног, которые могут привести к падению человека на землю. При этом изменяется путь тока в теле (возникает большая петля) и увеличивается напряжение шага из-за увеличения расстояния между точками контакта человека с землей. Эти факторы могут вызвать тяжелое поражение организма электрическим током.

Все помещения, в которых используются электропотребители и производятся работы, в отношении опасности поражения людей электрическим током подразделяются на следующие категории: без повышенной опасности; с повышенной опасностью; особо опасные.

Для помещений с повышенной опасностью характерно наличие одного из следующих признаков:

сырости, когда относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 %;

длительно высокой (более 30 °С) температуры;

токопроводящей пыли, когда по условиям производства выделяется технологическая пыль, снижающая сопротивление изоляции проводов, электрических машин и других электроприемников; токопроводящего пола (земляного, металлического, железобетонного и др.);

возможности одновременного прикосновения работника к металлическим корпусам оборудования и заземленным металлоконструкциям.

Особо опасные помещения характеризуются особой сыростью, когда влажность воздуха близка к 100 %, а потолок, стены, пол и поверхности оборудования покрыты влагой; химически активной средой, которая разрушает изоляцию проводов и электрооборудования; наличием двух и более факторов повышенной опасности.

Работы вне помещений (на открытом воздухе, под навесом, за сетчатым ограждением) приравниваются по опасности поражения электрическим током к работам в особо опасных помещениях. К категории особо опасных относятся также работы с электрооборудованием (электроинструментом) в металлических замкнутых пространствах с ограниченной возможностью выхода (баки большой емкости, канализационные и водопроводные колодцы; смотровые канавы на предприятиях автомобильного транспорта и др.).

Степень изоляции человека от земли определяется переходным сопротивлением от тела к земле, включающим сопротивление обуви и пола. Сопротивление обычной рабочей обуви, которая в большинстве случаев загрязнена токопроводящими веществами, имеет металлические крепления подошвы или внедренные в нее частицы металлической стружки, минимально и не уменьшает ток замыкания на землю. Электрическое сопротивление пола зависит от материала покрытия и его состояния. Например, сухое деревянное покрытие имеет сопротивление до 15 МОм (15 - 10⁶ Ом), а влажное — в 1000 раз меньше; бетонный пол в неотапливаемых помещениях с повышенной влажностью — не более 300 Ом; железобетонный пол с проступающей армирующей сеткой или бетонный, загрязненный охлаждающей жидкостью и металлической стружкой — всего 8 — 90 Ом.

Технические способы и средства электробезопасности. В соответствии с государственными стандартами по электробезопасности и Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) номенклатура видов защиты от поражения электрическим током включает в себя следующие способы и средства.

При прямых прикосновениях необходимо:
применение защитных оболочек и ограждений;
расположение токоведущих неизолированных частей вне зоны досягаемости;
применение изоляции (рабочей, дополнительной, усиленной) токоведущих частей;
использование малого напряжения;
защитное отключение;
блокировка опасных зон (пространств);
применение предупредительной сигнализации, знаков безопасности;
использование во время работ на сетях или электрооборудовании под напряжением средств индивидуальной защиты;
контроль изоляции.

При косвенных прикосновениях необходимо:
зануление с использованием защитных проводников;
заземление;
уравнивание потенциалов;
защитное отключение;
применение двойной изоляции;
использование малого напряжения;
контроль изоляции;
электрическое разделение сети.

Технические способы и средства защиты применяют отдельно или в комплексе, так чтобы получилась оптимальная защита.

Для предотвращения случайного соприкосновения человека с неизолированными токоведущими частями или приближения

к ним на опасное расстояние они должны располагаться в недоступном месте (в нише, внутренних полостях строительных конструкций и т.п.) или на недосягаемой высоте (выше уровня рабочей зоны). В том случае, если это не удастся сделать, токоведущие части закрываются ограждениями или заключаются в оболочки. Ограждения выполняются различными по виду, конструктивному исполнению и способу установки (см. п. 2.6). Они обычно закрывают токоведущие части не со всех сторон, поэтому обеспечивают только частичную защиту от прикосновения. Оболочки представляют собой замкнутые пространства и обеспечивают различную степень защиты, вплоть до полной защиты, от прикосновения с токоведущими частями, попадания внутрь твердых токопроводящих предметов и воды. При использовании этих способов и средств должны быть обеспечены установленные нормативные изоляционные расстояния от токоведущих частей до ограждений, оболочек, а также до находящегося вблизи человека, с учетом его рабочих поз, возможных движений, применяемого инструмента и приспособлений.

Различают изоляцию рабочего места и изоляцию в электроустановках. Изоляция рабочего места как способ защиты используется при невозможности выполнения заземления, зануления и защитного отключения. На рабочем месте изолируется от земли пол, настил, площадка и т.п., а также все металлические детали, потенциал которых отличается от потенциала токоведущих частей и прикосновение к которым является предусмотренным или возможным. Изолированное рабочее место обустраивается таким образом чтобы работник ни при каких условиях не смог одновременно прикоснуться к обслуживаемому электрооборудованию и каким-либо заземленным элементам здания или другого оборудования.

В электроустановках применяются следующие виды изоляции *рабочая изоляция* — электрическая изоляция токоведущих частей (проводов, шин и т.п.), обеспечивающая предотвращение коротких замыканий в электроустановке и защиту человека от поражения электрическим током;

дополнительная изоляция — электрическая изоляция нетоковедущих в нормальном состоянии частей электроустановки, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции токоведущих частей для защиты человека в случае повреждения (пробоя) рабочей изоляции;

двойная изоляция — электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции;

усиленная изоляция — улучшенная рабочая изоляция с такой же степенью защиты от поражения электрическим током, как и у двойной изоляции.

В настоящее время промышленность выпускает электропотребители различных классов защиты от поражения электрическим током.

Для электроустановок, имеющих только рабочую изоляцию, установлен 0-й класс. В производственных условиях эти установки должны в обязательном порядке иметь зануление или заземление, а также другие виды защиты. Бытовые электроприборы этого класса не имеют дополнительной электрической защиты, поэтому их использование допускается только в помещениях без повышенной опасности.

Электроустановкам, имеющим двойную изоляцию, присвоен Ц-й класс. Все электроинструменты с движущимся рабочим органом, ручные светильники, а также большинство электроприборов имеют П-й класс защиты от поражения электрическим током. Корпусные части таких инструментов защищают от поражения электрическим током не только при пробое изоляции внутри корпуса, но и при случайном прикосновении рабочего органа к токоведущим частям обрабатываемого изделия. Они без дополнительных средств защиты могут применяться в помещениях любых категорий опасности. Электроустановки, имеющие двойную изоляцию и металлический корпус, запрещается занулять или заземлять. На паспортной табличке таких изделий помещается специальный знак — квадрат внутри квадрата.

Усиленная изоляция используется только в тех случаях, когда двойную изоляцию затруднительно применять по конструктивным причинам, например в выключателях, щеткодержателях и др.

Малое напряжение — напряжение не более 42 В переменного и не более 100 В постоянного тока, применяемое для уменьшения опасности поражения электрическим током. Малое напряжение используется для питания ручного электрифицированного инструмента, переносных светильников для помещений с повышенной и особой опасностью, местного освещения на станках, светильников общего освещения при высоте их подвеса менее 2,5 м. Изделиям, рассчитанным на малое напряжение, присвоен Ш-й класс защиты от поражения электрическим током.

Источниками малого напряжения являются гальванические элементы, аккумуляторы, понижающие трансформаторы (кроме автотрансформаторов), выпрямители и преобразователи. Корпуса электроприемников малого напряжения не требуется занулять или заземлять, кроме электросварочных устройств и установок, работающих во взрывоопасных помещениях, а также при работах в особо опасных условиях.

Защитное отключение — это быстродействующее автоматическое отключение всех фаз участка сети, обеспечивающее безопасные для человека сочетания тока и времени его прохождения при замыкании на корпус (или человека), а также снижении Уровня изоляции ниже определенного предела. Функция устройств защитного отключения (УЗО), которые имеют быстродействие

от 0,03 до 0,2 с, заключается в ограничении не величины тока проходящего через тело человека, а времени его протекания.

Основаны УЗО на различных принципах действия. Наиболее совершенными являются УЗО, реагирующие на ток утечки (дифференциальный ток). Такие устройства защищают человека от поражения электрическим током не только в случае прикосновения к металлическим корпусам, оказавшимся под напряжением из-за повреждения изоляции, но и при прямом прикосновении к токоведущим частям. Кроме того, УЗО защищают электроустановку от возгораний, первопричиной которых являются токи утечки вызванные ухудшением изоляции. Применение УЗО в двухпроводных линиях повышает электробезопасность в 167 раз, а в трехпроводных — в 1075 раз.

Устанавливаться УЗО могут на вводе в здание, на групповых линиях или на линии питания отдельной электроустановки. В первом случае в зону действия УЗО входят все сети и потребители данного объекта, во втором — группа штепсельных розеток (разъемов) или линии систем освещения.

Блокировка опасных зон (пространств) исключает доступ к токоведущим частям, пока с них не снято напряжение, либо обеспечивает автоматическое снятие напряжения при появлении возможности прикосновения или опасного приближения к токоведущим частям. Часто блокировки применяют совместно со звуковыми или световыми сигнальными устройствами. Блокировочные устройства основаны на различных принципах действия и разнообразны по конструктивному устройству. Наиболее распространены механические, электрические и фотоэлектрические блокировки.

Сигнализация (звуковая, световая) и знаки безопасности применяются в дополнение к другим средствам защиты. Чаще всего они используются для предупреждения о наличии напряжения на электроустановке или недопустимом приближении к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Эти виды защиты рассматриваются в п. 5.1.

Средства индивидуальной электрозащиты (СИЭЗ) предназначены для защиты человека, который ими пользуется, от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги и электромагнитного поля. Они подразделяются на основные и дополнительные (рис. 2.23).

К основным относятся средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. В группу основных СИЭЗ входят: в электроустановках напряжением до 1000 В — диэлектрические перчатки толщиной 0,7 мм, инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения; в электроустановках напряжением выше 1000 В —

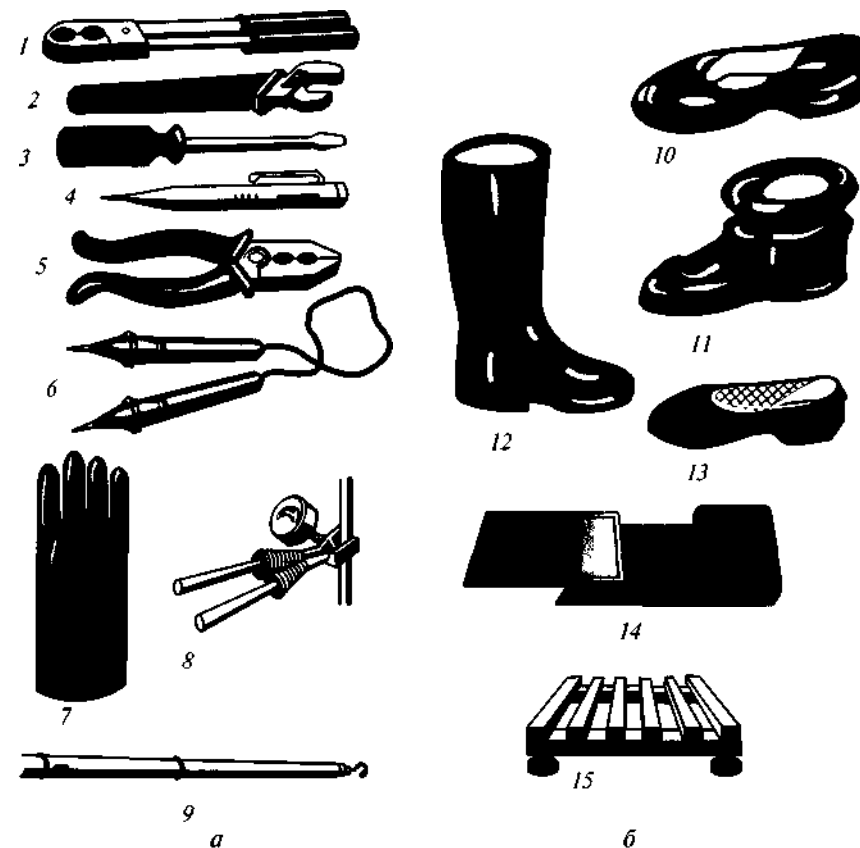


Рис. 2.23. Средства индивидуальной электрозащиты:

a — основные; *б* — индивидуальные; 1 — клещи для вставки предохранителей; 2 — гаечный ключ; 3 — отвертка; 4, 6, 9 — указатель напряжения; 5 — пассатижи; 7 — перчатки резиновые диэлектрические; 8 — токоизмерительные клещи; 10, 11 — галоши и боты диэлектрические; 12 — сапоги диэлектрические; 13 — туфли антистатические; 14 — резиновый коврик и дорожка; 15 — изолирующая подставка

изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, резиновые перчатки толщиной 1,2 мм.

К дополнительным относятся средства защиты, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения, а применяются совместно с основными средствами. В группу дополнительных СИЭЗ входят: в электроустановках напряжением до 1000 В диэлектрические сапоги, галоши, коврики и изолирующие подставки; в электроустановках напряжением выше 1000 В — диэлектрические боты, коврики и изолирующие подставки.

Поддержание сопротивления изоляции токоведущих частей на высоком уровне уменьшает вероятность короткого замыкания,

замыкания на землю или корпус электропотребителя, поражения человека электрическим током.

Контроль изоляции должен осуществляться при приемо-сдаточных испытаниях новых или отремонтированных электроустановок и в процессе их эксплуатации. В сетях с глухозаземленной нейтралью контроль изоляции должен проводиться периодически: в помещениях без повышенной опасности — не реже одного раза в год, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — не реже одного раза в 6 мес.

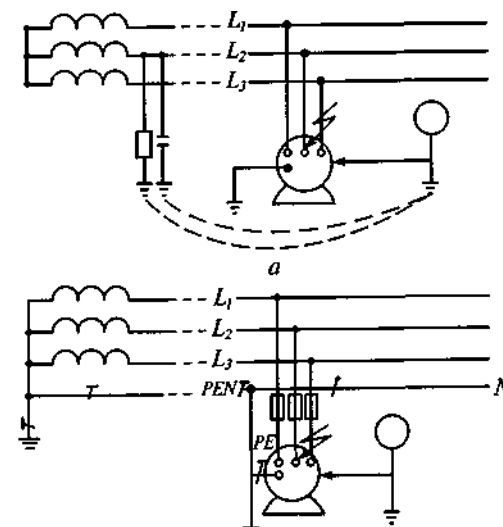
Согласно ПУЭ сопротивление изоляции в установках напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм на фазу. Контроль изоляции проводится на специальных стендах или с помощью переносных приборов — мегаомметров. При контроле изоляции сеть или электроустановка должны быть обесточены. Измерения сопротивления изоляции проводятся между фазами и каждой фазы относительно земли. В настоящее время разработаны приборы и методы непрерывного контроля изоляции электрических сетей без снятия напряжения, которые являются более удобными и повышают уровень безопасности.

Зануление (в том числе с использованием защитных проводников) — это преднамеренное соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Зануление применяется в электроустановках, питающихся от сетей напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью видов *TN-C*, *TN-C-S*, *TN-S* (рис. 2.24).

При пробое изоляции одна из фаз попадает на корпус установки, который через защитный проводник *PE* соединен с нулевым рабочим проводником *TV* или с совмещенным рабочим и защитным проводником *PEN*. Возникает однофазное короткое замыкание, под действием тока которого срабатывает защита электроустановки (предохранитель с плавкой вставкой, автоматический выключатель) и поврежденная часть установки отключается от питающей сети. Чем быстрее произойдет отключение, тем эффективнее защитное действие зануления, так как, пока корпус находится под напряжением, опасность поражения током сохраняется. С целью обеспечения требуемой безопасности для каждого уровня фазного напряжения сети нормированы наибольшие значения времени отключения и полного сопротивления цепи «фаза — нуль».

При случайном обрыве проводника *PEN* в наружной питающей линии или во внутренней разводке на участке от ввода до электроустановки будет иметь место вынос потенциала фазы на все зануленные металлические корпуса электроприемников, подключенных после точки обрыва по ходу энергии. Цепь выноса потенциала: фаза — рабочая обмотка электроустановки — нулевой рабочий проводник — точка соединения нулевых рабочего и за-

Рис. 2.24. Защитное заземление (а), зануление (б): L_1, L_2, L_3 — фазы; N — нулевой рабочий провод; PE — защитный проводник; PEN — защитный проводник, совмещенный с нулевым проводом



щитного проводников — нулевой защитный проводник — корпус. Наиболее вероятен такой обрыв в системе *TN-C*.

Для устранения этой опасности в сетях с глухозаземленной нейтралью выполняется многократное повторное заземление нулевого провода, а также применяются разновидности систем *TN-C*, *TN-C-S* и *TN-S*, отличающиеся между собой уровнем безопасности (см. рис. 2.18).

В системе *TN-C-S* однофазные линии внутренней проводки выполняются не двух-, а трехпроводными с выводом на розеточный разъем (так называемую евrorозетку) защитного проводника *PE*, заземленного в распределительном электрошите. В этой системе питания обрыв нулевого провода *N* не влияет на безопасность, а вынос потенциала возможен лишь при условии одновременного обрыва проводника *PEN* в питающей линии и повторного заземления проводника *PE*, что маловероятно.

В системе *TN-S* проводник *PEN* отсутствует, а значит, вынос потенциала фазы на корпус при обрыве нулевого или защитного проводников исключен. Эта система обладает наибольшей надежностью и безопасностью, но требует значительных дополнительных затрат, связанных с прокладкой дополнительного проводника от потребителя до подстанции. В связи с этим она не нашла широкого применения.

Заземление — преднамеренное соединение металлических частей электроустановок, нормально не находящихся под напряжением с землей. Принцип действия защитного заземления заключается в том, что человек, который прикоснулся к корпусу оборудования, оказавшегося под напряжением, включается в цепь

замыкания тока на землю параллельно с заземлителем. Так как сопротивление заземлителя значительно меньше сопротивления тела человека, большая часть тока пройдет через заземлитель и лишь незначительная — через тело человека. Областью применения защитного заземления в электроустановках до 1 кВ являются системы электроснабжения видов *IT* и *TT* (см. рис. 2.24).

Защитное заземление электроустановок осуществляется их присоединением к естественным и искусственным заземлителям. В качестве естественных заземлителей используются любые электропроводящие элементы конструкции зданий и сооружений. К искусственным заземлителям относятся электроды (трубы или уголки), специально забиваемые в грунт.

Уровень защиты системы заземления в основном зависит от двух факторов — величины сопротивления заземления и надежности контакта в цепи «оборудование — заземлитель». Согласно ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92) суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника R_A , Ом, определяется по неравенствам:

$$R_A I_d < 50 \text{ В (для системы IT);}$$

$$R_A I_A < 50 \text{ В (для системы TT),}$$

где I_d — сила тока короткого замыкания фазы на открытые проводящие части; I_A — сила тока срабатывания защитного устройства.

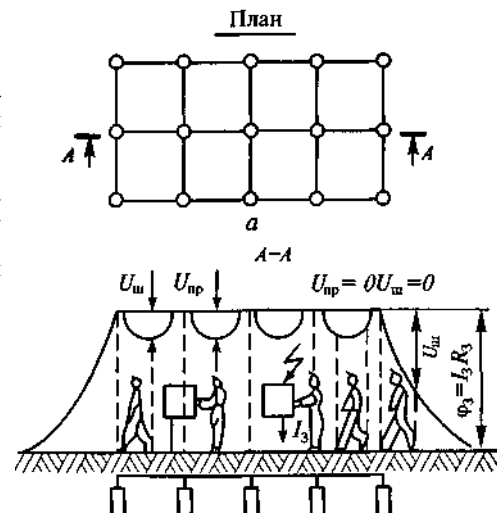
В качестве защитного устройства в системе *TT*, сила тока которого учитывается в расчетной формуле сопротивления заземления, следует рассматривать любое защитное устройство, отключающее питание от поврежденной электроустановки (предохранитель с плавкой вставкой, автоматический выключатель, УЗО), однако высокий уровень электробезопасности в этой системе может обеспечить защитное заземление только в совокупности с УЗО, реагирующим на дифференциальный ток утечки.

Сущность способа уравнивания потенциалов как защитной меры от поражения током при косвенном прикосновении заключается в создании на определенной площади, на которой установлено электрооборудование и находятся люди, поля одинаковых потенциалов, равных потенциалу заземлителей, к которым присоединены корпуса этого оборудования.

В соответствии с законом распределения напряжения протекающий через тело человека, касающегося заземленного корпуса оборудования с поврежденной изоляцией, будет уменьшаться по мере приближения точки опоры человека к заземлителю. С этой точки зрения заземлитель следует располагать как можно ближе к оборудованию. В то же время, при перемещениях человека в рабочей зоне, он будет подвергаться воздействию шагового напряжения и тем больше, чем ближе будет подходить к точ-

Рис. 2.25. Контурное заземление:

a — вид в плане; *b* — распределение потенциала при пробое фазы на корпусе; $U_{пр}$ — напряжение прикосновения; $U_{ш}$ — напряжение шага; I_3 — ток замыкания на землю при пробое фазы за корпус; $\phi_{пр}$ — потенциал замыкания; R_3 — сопротивление заземления



ке пола над заземлителем. Для устранения этого противоречия по всей площади пола помещения необходимо иметь равные потенциалы точек поверхности, близкие по величине потенциалу заземлителя. Это достигается устройством системы заземления не в виде одного заземлителя, а в виде замкнутого контура, состоящего из совокупности вертикальных и горизонтальных металлических электродов, соединенных между собой и рассредоточенных по всей площади пола помещения или рабочей зоны (рис. 2.25).

Электрическое разделение сети как самостоятельный способ защиты или в дополнение к другим представляет собой разделение сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки, для которых используются специальные разделяющие трансформаторы или преобразователи. Разделяющие трансформаторы должны удовлетворять повышенным требованиям надежности в отношении исключения пробоя изоляции между первичной и вторичной обмотками.

Для обеспечения электробезопасности на предприятии должны выполняться следующие требования:

должна иметься служба эксплуатации электроустановок и ответственное лицо за их безопасную эксплуатацию;

техническое обслуживание и ремонт электроустановок должен проводиться специально обученным персоналом, имеющим соответствующую квалификацию и допуск на проведение работ;

производство работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования должно проводиться в соответствии с правилами безопасности работ на электроустановках;

электротехнический персонал должен быть оснащен необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты;

плавкие вставки предохранителей в силовых цепях должны заменяться только на вставки калиброванные заводского изготовления; заземление и зануление должны быть исправны, проводники и шины заземления — доступны для осмотра и окрашены в черный цвет;

неисправности электроаппаратуры и проводов, которые могут вызвать искрение, нагревание элементов, короткое замыкание, а также провисание проводов, соприкосновение их с технологическим оборудованием и металлическими конструкциями зданий, должны немедленно устраняться;

техническая документация по электробезопасности (журналы инструктажей, проверки знаний персоналом правил и норм безопасности, учета средств защиты, учета дефектов и аварий в электроустановках и т.п., инструкции по охране труда и др.) должна иметься в наличии и заполняться в соответствии с установленными требованиями.

2.8. Безопасность труда на компьютеризированных рабочих местах

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При взаимодействии с ней человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных факторов.

Работа на компьютере характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой, высоким зрительным напряжением и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук, шеи и спины.

Связь между нарушениями здоровья и неблагоприятными факторами, имеющими место при работе на персональном компьютере (ПК), по материалам Всемирной организации здравоохранения, показана в табл. 2.7.

Таблица 27

Связь нарушения здоровья пользователя с воздействием неблагоприятных факторов ПК

Виды заболеваний	Неблагоприятные факторы ПК						
	Ультрафиолетовое излучение	Мерцание изображения	Яркий свет от дисплея	Блики и отраженный свет	Электростатическое поле	Низкочастотное излучение	Рентгеновское излучение
Заболевания глаз	+	+	+	+	+	?	9

Виды заболеваний	Неблагоприятные факторы ПК						
	Ультрафиолетовое излучение	Мерцание изображения	Яркий свет от дисплея	Блики и отраженный свет	Электростатическое поле	Низкочастотное излучение	Рентгеновское излучение
Кожные заболевания	9				+		
Нарушения костно-мышечной системы				+			
Нервные заболевания, стрессы	9	+	+	+	?	?	
Осложнения беременности	9	?			?	+	+

Примечание: «+» — связь есть, «?» — связь возможна; «↔» — связи нет.

Особую осторожность при работе с компьютером должны соблюдать беременные женщины. Установлены нарушения развития плода беременных женщин, интенсивно работающих на ПК. По данным исследователей ряда стран, у подавляющего большинства таких женщин плод развивается аномально, дети рождаются преждевременно, часто с избыточным весом, вероятны и дефекты развития головного мозга.

Компьютер — прибор модульный. Он состоит из основного (системный блок, монитор, клавиатура, манипулятор — мышь) и периферийного (принтер, сканер и др.) оборудования.

Монитор необходимо рассматривать не только как необходимое устройство для вывода информации на экран, но и как жизненно важный компонент при определении качества, удобства и безопасности эксплуатации всей компьютерной системы.

Совместно с компьютерами *IBM PC* могут использоваться различные типы мониторов, как цветные, так и монохромные.

Монохромные мониторы существенно дешевле цветных, имеют более четкое изображение и большую разрешающую способность, позволяют отобразить десятки оттенков серого цвета, менее вредны для здоровья человека.

Цветные мониторы позволяют передать всю богатую гамму Цветов — до 65 536 цветовых оттенков (стандарт *High Color*).

Сегодня абсолютное большинство всех цветных мониторов (дисплеев) создается на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), которая называется кинескопом. Монитор фактически является

аналогом телевизора и служит для сходной цели — отображения зрительной информации на экране.

В процессе работы дисплей постоянно регенерирует, т.е. повторно воспроизводит изображение на экране. В результате регенерации происходит мерцание изображения — неизбежный побочный эффект при использовании любой технологии ЭЛТ. Мерцание изображения и, как следствие, низкая четкость изображения оказывают значительное влияние не только непосредственно на зрение, но и на зрительный канал оператора в целом. Сильное мерцание или дрожание изображения на экране может вызывать резь в глазах, головную боль, раздражительность и даже тошноту. Смена изображений (кадров) на экране с частотой 25 Гц воспринимается глазом как непрерывное движение, но глаз из-за мерцания экрана быстро устает. Для большей устойчивости изображения и снижения усталости глаз у современных высококачественных мониторов поддерживается частота смены кадров не ниже 70—75 Гц; при этом частота строчной развертки достигает 40—50 кГц и обеспечивается хорошая полоса частот видеосигнала — важный параметр, обуславливающий совместимость видеомонитора с видеоконтроллером (по четкости изображения).

Существует два способа регенерации изображения на экране: построчная и чересстрочная развертка. Монитор с чересстрочной разверткой регенерирует изображение за два прохода электронного луча. Монитор с построчной разверткой воспроизводит полное изображение на экране за один проход электронного луча, без чередования строк. Мониторы с построчной разверткой обладают лучшими характеристиками, поскольку воспроизводят изображение на экране быстрее и с меньшим мерцанием.

Основными техническими характеристиками дисплея, которые напрямую связаны с удобством работы на нем и здоровьем пользователя, являются размер экрана и его разрешающая способность (разрешение экрана).

Размер экрана определяется расстоянием по диагонали от одного угла изображения до другого на ЭЛТ и традиционно измеряется в дюймах.

Разрешающая способность, или разрешение экрана, обозначает плотность изображения на экране. Разрешение определяется количеством точек или элементов изображения вдоль одной строки и количеством горизонтальных строк. Мониторы поддерживают несколько разрешений. Чем выше разрешающая способность дисплея, тем больше информации может быть выведено на экран. На диаграмме (рис. 2.26) приведены приемлемые и оптимальные значения разрешения для экранов разных размеров.

Наиболее важной характеристикой самого монитора, определяющей разрешающую способность и четкость изображения на

				1800×1440
			1600×1200	1600×1200
		1280×1024	1280×1024	1280×1024
		1152×768	1152×768	1152×768
	1024×768	1024×768	1024×768	1024×768
800×600	800×600	800×600	800×600	800×600
640×480	640×480	640×480	640×480	640×480
14"	15"	17"	19"	21"
Размер экрана по диагонали, дюйм				

Рис 2.26. Приемлемые и оптимальные значения разрешающей способности мониторов.

● — не рекомендуемые, ○ — оптимальные, ○ — пригодные,

экране, является размер зерна (точки — *dot pitch*) люминофора экрана монитора: чем меньше зерно, тем, естественно, выше четкость и меньше устают глаза. Величина зерна современных мониторов составляет от 0,23 до 0,28 мм. Строго говоря, имеет значение не диаметр зерна, а расстояние между центрами зерен. Следует иметь в виду, что у мониторов с большим зерном не может быть достигнута высокая разрешающая способность.

В настоящее время все большее применение находят дисплеи на жидкокристаллических индикаторах (ЖКИ), которые являются более перспективной альтернативой технологии ЭЛТ для формирования изображения. Конструктивно такой дисплей выполнен в виде двух электропроводящих стеклянных пластин, между которыми находится прозрачная жидкость, которая при определенных напряжениях электростатического поля кристаллизуется; при этом изменяются ее прозрачность и коэффициенты поляризации, а также преломления световых лучей. В качестве источника света для задней или боковой подсветки таких экранов обычно используются флуоресцентные лампы с холодным катодом или электролюминесцентные панели.

Дисплеи с ЖКИ имеют абсолютно плоский экран и поэтому лишены большей части геометрических искажений, присущих обычным мониторам. Кроме того, они занимают обычно гораздо меньше места, чем ЭЛТ, и обладают значительно меньшим энергопотреблением, что способствует их использованию в качестве дисплеев портативных компьютеров. У ЖКИ практически отсутствуют все виды электромагнитных излучений, вредных для здоровья человека. Существенный их недостаток — высокая стоимость. Дисплеи с ЖКИ также не любят внешних прикосновений, в час-

тности, постоянные прикосновения пальцем к экрану приводят к появлению цветовой бахромы.

Самый страдающий от дисплея ПК орган человека — глаза. Существует даже понятие «синдром компьютерного зрения». Основные его симптомы: глаза устают, изображение двоится, глаза слезятся, нарушается восприятие цветов, а в дальнейшем может развиться близорукость и катаракта глаз. Во всем мире СКЗ стал основным заболеванием пользователей компьютеров. По данным Американской ортометрической ассоциации, в США ежегодно около 10 млн человек обращаются к окулистам с этим заболеванием.

Недостаточное разрешение, низкая четкость, недостаточная яркость и контрастность, мерцание изображения на экране — далеко не полный список отрицательных факторов, влияющих на зрение пользователя. Блики и отраженный свет от экрана монитора также ведут к зрительному напряжению и утомлению.

Сочетание негативных воздействий этих факторов на зрение пользователя способствует возникновению мигрени, близорукости, раздражительности, повышенной утомляемости, нервных срывов, нарушению восприятия цветов, возникновению других заболеваний или ухудшению самочувствия.

Причиной синдрома компьютерного зрения являются не только излучения. Пользователь не читает с дисплея отраженные тексты, как при обычной работе с бумажным документом, а воспринимает непосредственно источник света — дисплей. Его глаза перебегают с предметов окружающей обстановки на экран и обратно. Сотни, тысячи раз в день глаза должны перестраиваться с одного способа чтения на другой, они перенапрягаются, устают.

Видеотерминал компьютера не только оказывает отрицательное влияние на зрение оператора, но и представляет собой источник наиболее вредных излучений, неблагоприятно сказывающихся на его здоровье. Включенный монитор преподносит оператору целый «букет» вредных излучений и полей. Минздрав определил, что ПК и видеотерминалы на электроннолучевых трубках являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного, сверхвысокочастотного и инфранизкочастотного диапазонов, а также электростатических полей.

Рентгеновское излучение возникает при торможении электронного луча на внутренней поверхности кинескопа. Необходимо отметить, что по результатам замеров уровня реактивного излучения современных мониторов, изготовленных в соответствии с гигиеническими требованиями международных стандартов, уровень рентгеновского излучения на рабочем месте пользователя не превышает уровня естественного радиационного фона вследствие того, что значительная часть этого излучения поглощается специальным покрытием экрана видеотерминала. Поэтому опасность рент-

геновского излучения от ЭЛТ признается относительно малой для всех групп пользователей, кроме беременных женщин и женщин, кормящих грудью.

Электромагнитные поля низкой частоты, связанные с работой схем развертки электронного луча ЭЛТ-монитора, схем системного блока, а также электромагнитные поля промышленной частоты, образованные неэкранированными проводами (удлинителями) системы электрического питания ПЭВМ, являются одним из основных вредных воздействий компьютера на организм человека.

Систематическое воздействие электромагнитных полей (ЭМП) оказывает неблагоприятное воздействие, выражающееся в функциональных нарушениях нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем. В связи с этим могут появиться головные боли, повышение или понижение давления, урежение пульса, изменение проводимости в сердечной мышце, нервно-психические расстройства, быстрое развитие утомления. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. Обнаружено, что электромагнитные поля с частотой порядка 60 Гц могут инициировать изменения в клетках организма (вплоть до нарушения синтеза ДНК*). Кроме того, в отличие от рентгеновского излучения, опасность воздействия таких полей при снижении интенсивности излучения не уменьшается, а некоторые поля действуют на клетки тела только при малой интенсивности или на конкретных частотах.

Специальные измерения показали, что мониторы излучают магнитные волны, по интенсивности не уступающие уровням магнитных полей, способных вызывать возникновения опухолей. Более серьезные результаты были получены при обследовании беременных женщин. Оказалось, что у тех женщин, которые проводили за дисплеями компьютеров не менее 20 ч в неделю, вероятность преждевременного прерывания беременности на 80 % выше, чем для выполняющих те же работы без применения компьютера, и в 2,5 раза выше вероятность появления на свет детей с врожденными пороками.

Электростатический заряд, скапливающийся на лицевой поверхности монитора, может вызвать протекание слабого электрического тока (несколько микроампер) через человека, прикоснувшегося рукой к экрану, в то время когда другая часть его тела контактирует с заземленными частями ПЭВМ или иного оборудования. Такой ток не может вызвать электротравму, однако вследствие рефлекторной реакции на ток (резкое отстранение) возможна механическая травма при ударе о рядом расположенное оборудование, мебель или элементы конструкции помещения.

*ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота.

Кроме того, электростатическое поле вызывает деионизацию атмосферы вокруг оператора, которая угнетающе действует на нервную систему, способствуя развитию депрессии и стрессовых состояний, головной боли, усталости глаз. Наличие в атмосфере большого количества положительно заряженных ионов плохо влияет на психику человека. Наконец, с электростатическим полем связаны кожные заболевания лица. Поскольку наэлектризованный экран дисплея притягивает частицы взвешенной в воздухе пыли, качество воздуха вокруг него ухудшается, и оператор вынужден работать и дышать в запыленной атмосфере. Наконец, электростатическое поле способно изменять и прерывать клеточное развитие, вызывать помутнение хрусталика глаза — катаракту.

Синий люминофор экрана имеет частичное излучение в ультрафиолетовой области спектра. Интенсивность ультрафиолетового излучения от экрана лежит в пределах 10—100 Вт/м³. Это воздействие существенно при длительной работе с компьютером или заболеваниях сетчатки глаза. Выяснилось, что служащие, работающие за дисплеем компьютера по семь и более часов в день, страдают воспалениями глаз на 70 % чаще тех, кто проводит за дисплеем меньше времени. Кроме того, ультрафиолетовое излучение служит причиной быстрого старения кожи.

Инфракрасное (тепловое) излучение монитора непосредственно влияет на параметры микроклимата рабочего помещения, вызывая повышение температуры воздуха в рабочей зоне и изменение его влажности.

Не следует считать, что главная опасность для пользователя исходит от излучения лицевой части видеомонитора — экрана. Наиболее сильные излучения всех видов, кроме излучения видимого спектра частот, обычно имеют боковые и задняя стенки монитора. Поэтому пользователь ПК, рабочее место которого находится между видеомониторами, получает негативное воздействие не только от своего рабочего дисплея, но и от находящихся рядом с ним сзади и сбоку видеотерминалов.

Питается ПК от сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц напряжением 220 В. Поражение человека электрическим током при работе на ПК возможно при появлении напряжения прикосновения на корпус монитора, системного блока или клавиатуры, а также при нарушении изоляции сетевого или соединительных кабелей, неисправности штекерных разъемов, вилок, розеток.

Для уменьшения вредного и опасного воздействия ПК на пользователя в мировой практике разработан ряд гигиенических стандартов, которым должны отвечать компьютеры. Фирмы-производители в соответствии с этими стандартами предлагают различные конструктивные решения ПК, реализующие функциональные и защитные задачи.

Для обеспечения электробезопасности и снятия электростатического потенциала все ПК подключаются к сети электропитания по схеме $TN-C-S$. В соответствии с этой схемой корпусные части компьютера и дополнительный защитный фильтр соединяются через защитный проводник *PE* (посредством евровилки — евророзетки) с заземленным нулевым проводом питающей сети. Для снижения уровня напряженности электростатического поля поверхности монитора и клавиатуры обрабатываются антистатическим покрытием.

Для уменьшения влияния на зрение оператора бликов и отраженного света корпусные части монитора и клавиатуры окрашиваются в спокойные мягкие тона с диффузным рассеивателем света, а при производстве экранов ЭЛТ используется антибликовое покрытие.

Специальное покрытие показывающего экрана монитора и устройство экранирующей оболочки внутри корпуса позволяют значительно ослабить электромагнитные поля и излучения. В настоящее время выпускаются мониторы с пониженным уровнем излучения типа *Low Radiation*. Однако было установлено, что мониторы типа *Low Radiation* не дают надежной защиты от наиболее опасных низкочастотных составляющих электромагнитного поля, поэтому лучше использовать мониторы с низкими уровнями излучений, отвечающие стандартам *MPR II 1990:8*, *NPR II 1990:10* или еще более жестким *TCO 92*, *95*. Этим стандартам (их еще называют шведскими, поскольку они разработаны Шведским институтом защиты от излучений) соответствует большинство современных мониторов.

Но даже в том случае, если видеомонитор полностью удовлетворяет требованиям международного стандарта *MPRII*, от его излучений желательна дополнительная защита. Наиболее эффективным средством признаны используемые во всем цивилизованном мире экранные защитные фильтры.

Шум в производственном помещении, в котором осуществляются работы на ПК, не только способствует быстрой утомляемости оператора, понижению производительности труда и ухудшению качества работы, но и угнетает центральную нервную систему (ЦНС), вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, развитию профессиональных заболеваний (ухудшение слуха или глухота).

Для уменьшения уровня шума в помещениях с видеодисплейным терминалом (ВДТ) и ПК должны применяться звукопоглощающие материалы для отделки стен и потолка. Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавески из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15—30 см от ограждения. Ширина занавески должна быть в 2 раза больше ширины окна.

Вычислительная техника является источником значительных тепловыделений, которые могут привести к повышению температуры в теплый период года и снижению относительной влажности помещений. В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПК является основной, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата за счет использования систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Для нормализации аэроионного состава воздуха в помещении могут быть установлены ионизаторы (люстры Чижевского или иного типа), а само помещение подлежит обязательному проветриванию не реже чем 2 раза в рабочую смену.

Полимерные материалы, используемые для внутренней отделки интерьера помещений с ВДТ и ПЭВМ, должны быть разрешены для применения органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Поверхность пола в помещениях, в которых осуществляется эксплуатация ВДТ и ПЭВМ, должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, а также должна обладать антистатическими свойствами.

Фон от посторонних электромагнитных полей, измеренный в помещениях с ЭВМ, должен быть существенно ниже допустимых значений излучений от компьютеров.

Помещения, в которых установлены компьютеры, должны иметь естественное и искусственное освещение. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Для внутренней отделки интерьера помещений с ВДТ и ПЭВМ должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка 0,7 — 0,8; для стен 0,5 — 0,6; для пола 0,3—0,5.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ и ПК должно осуществляться системой общего равномерного или комбинированного освещения. При выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, а комбинированная — 750 лк; при выполнении работ средней точности — 200 и 300 лк соответственно. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал преимущественно слева (рис. 2.27).

Рабочие места с ПЭВМ и ВДТ при выполнении творческой работы, требующей значительного напряжения или высокой концентрации внимания, следует изолировать одно от другого перегородками высотой 1,5 — 2 м.

Для уменьшения влияния излучений монитора на пользователя расстановка рабочих столов должна обеспечивать расстоя-

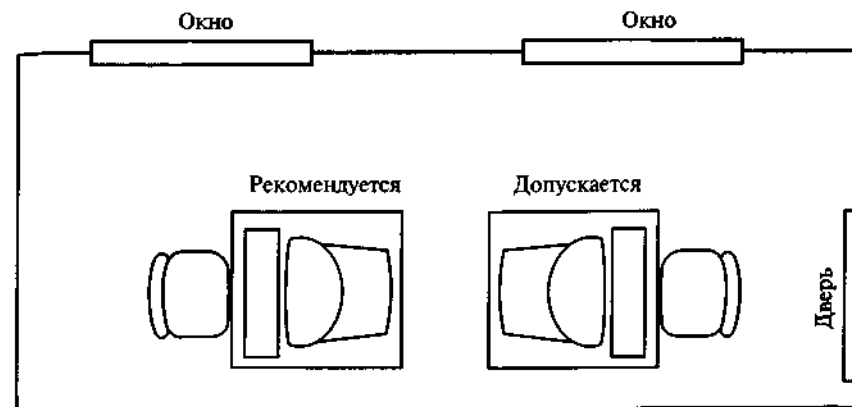


Рис. 2.27. Схема расположения рабочих мест относительно светопроемов

ние между боковыми поверхностями монитора не менее 1,2 м и по фронту — 2 м. Варианты компоновки рабочих мест приведены на рис. 2.28.

При организации рабочего места пользователя ПЭВМ следует обеспечить соответствие конструкции всех элементов и их взаимного расположения эргономическим требованиям с учетом характера выполняемой деятельности и комплексности технических средств.

Высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680 — 800 мм, высота экрана над полом 900— 1280 мм; а расстояние от экрана до края стола 400— 1150 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 — 300 мм от края, обращенного к пользователю. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углу наклона сиденья и спинки.

Оборудование ПК относится к электроустановкам напряжением до 1000 В. Основными мероприятиями, обеспечивающими защиту пользователя от поражения электрическим током, являются обеспечение недоступности токоведущих частей, заземление, зануление. Металлические решетки, стеллажи и другие металлические предметы в помещении должны быть заземлены.

Для снижения величины фоновых значений ЭМП линии питания целесообразно прокладывать в трубах или металлических оболочках.

На рис. 2.29 показаны рекомендуемые варианты размещения на рабочем месте оборудования ПК по отношению к розетке электропитания. Недопустимой является планировка, при которой оператор находится в зоне не только магнитных, но и электрических полей от сетевых кабелей и розеток (рис. 2.30).

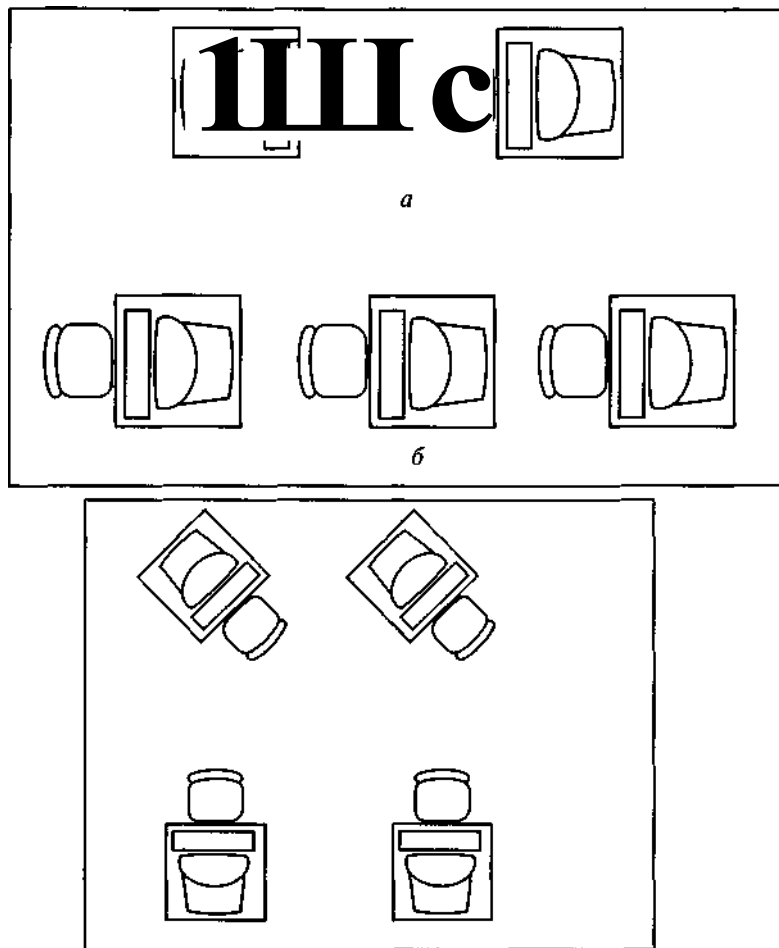


Рис. 2.28. Варианты компоновки компьютеризированных рабочих мест:
a — недопустимое размещение рабочих мест при расстояниях между мониторами менее нормированных; *б* — нерекомендуемое размещение рабочих мест при соблюдении нормированных расстояний между мониторами; *в* — рациональная компоновка компьютерного оборудования

Помещения, в которых располагаются ПЭВМ, по пожарной опасности относятся к категории пожароопасности «В» (характеризуются наличием воспламеняющихся пластмасс, лакокрасочных покрытий).

Исходя из норм пожарной безопасности для помещений площадью до 100 м², в которых эксплуатируется электронно-вычислительная техника, в качестве первичного средства пожаротушения требуется один углекислотный огнетушитель типа ОУ-5 или

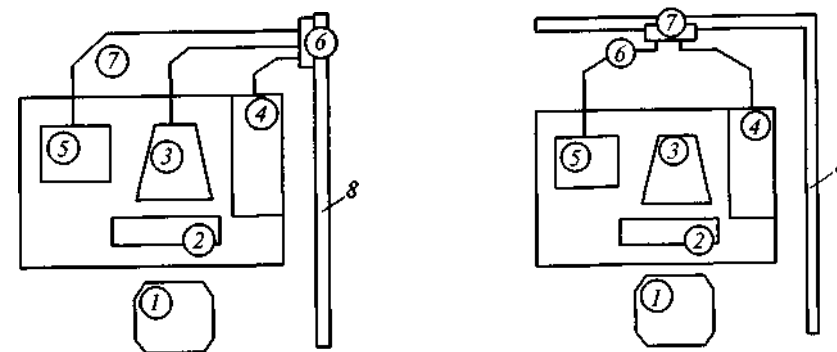


Рис. 2.29. Рекомендуемые варианты размещения рабочего места ПЭВМ по отношению к сетевой розетке:

1 — рабочее место оператора; 2 — клавиатура; 3 — монитор; 4 — системный блок ПЭВМ; 5 — принтер; 6 — розетка питания; 7 — сетевые кабели питания блоков ПЭВМ; 8 — металлическая заземляющая труба

ОУ-8, с помощью которого можно тушить возгорания различных материалов и установок напряжением до 1000 В, либо один хладоновый огнетушитель ОХЛ-10. Если в помещении имеется только одно рабочее место с ПЭВМ, то достаточно иметь в наличии один углекислотный огнетушитель ОУ-2. Помещение с большим количеством ЭВМ должно быть оборудовано пожарными sireнами, которые позволят оповестить дежурный персонал о пожаре.

Режим труда и отдыха при работе с компьютерами должен организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 ч. При работе в ночную смену, независимо от категории и вида трудовой деятельности, регламентированный перерыв должен увеличиваться на 1 ч.

Для уменьшения отрицательного влияния монотонности труда целесообразно применять чередование операций осмысления текста и числовых данных с их

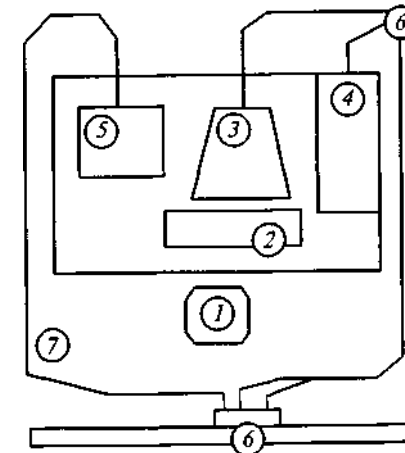


Рис. 2.30. Недопустимая компоновка рабочего места:

1 — рабочее место оператора; 2 — клавиатура; 3 — монитор; 4 — системный блок ПЭВМ; 5 — принтер; 6 — розетка питания; 7 — сетевой кабель питания блоков ПЭВМ

считыванием (изменение типа работы), а также чередование редактирования текстов и ввода данных (изменение содержания работы).

Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с ПЭВМ, не допускаются.

В случаях возникновения у работающих с ПЭВМ зрительного дискомфорта и других неприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических, эргономических требований, режимов труда и отдыха, следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работы с ВДТ и коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности на другую, не связанную с использованием ПЭВМ.

При длительной работе на ПЭВМ во время перерывов рекомендуется выполнять простейшие упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата (СанПиН 2.2.2.542-96).

Для оказания первой помощи при несчастных случаях все помещения, в которых установлены ПЭВМ, должны быть укомплектованы медицинскими аптечками, имеющими в своем составе обезболивающие, противовоспалительные, кровоостанавливающие средства, средства при болях в сердце и при обмороке, а также препараты, применяемые при возникновении стрессовых реакций.

Правилами по охране труда при работе на ПЭВМ запрещается: приступать к работе на неисправной ПЭВМ, при отсутствии защитных кожухов на ВДТ, системном блоке или блоке бесперебойного питания, неисправности электрической сети или присоединительных электрических вилок и розеток;

производить протирание влажной или мокрой салфеткой электрооборудования, находящегося под напряжением (вилка вставлена в розетку);

допускать к работе лиц, не имеющих допуска к работе на ПЭВМ и не прошедших инструктаж по охране труда.

Глава 3

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ТЕХНОСФЕРЫ

3.1. Методы и средства защиты атмосферы от техногенных загрязнений

Для защиты атмосферы от техногенных загрязнений используют экологизацию технологических процессов, очистку пылегазовых выбросов, рассеивание их в атмосфере, устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные мероприятия и др. [3, 10, 13, 22].

Экологизация технологических процессов — наиболее активный метод защиты атмосферы от загрязнения, который предусматривает: создание замкнутых технологических циклов, малоотходных технологий, сводящих к минимуму попадания вредных веществ в атмосферу;

замену токсичного сырья и материалов нетоксичными;
перевод не утилизируемых отходов в утилизируемые;
применение частичной рециркуляции отходящих газов и т.д.

Актуальной задачей является повышение экологичности автотранспорта, как одного из основных источников загрязнения атмосферного воздуха. Экологизация автотранспорта осуществляется в направлении совершенствования двигателей, применения новых видов топлива, использования высокоэффективных нейтрализаторов выхлопных газов, разработки альтернативных экологически чистых видов транспорта.

К сожалению, нынешний уровень развития экологизации технологических процессов недостаточен для полного предотвращения загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ. Очистке пылегазовых выбросов от аэрозолей (пыли, золы, сажи) отводится важное место на производстве.

В настоящее время применяют различные типы устройств очистки в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки.

Сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры) предназначены для грубой механической очистки выбросов от крупной и тяжелой пыли. Принцип работы — оседание частиц под действием центробежных сил и сил тяжести. Пылега-

зовый поток вводится в циклон через патрубок (рис. 3.1), далее он совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса; частицы пыли отбрасываются к стенкам циклона и затем падают вниз в сборник пыли (бункер), откуда периодически удаляются. Для повышения эффективности очистки применяют групповые (батареи) циклоны.

Мокрые пылеуловители (скрубберы, турбулентные, газпромыватели и др.) требуют подачи воды и работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность капель под действием сил инерции и броуновского движения. Наибольшее практическое применение получили скрубберы Вентури (рис. 3.2), которые обеспечивают 99 % очистки от частиц размером более 2 мкм и, как все мокрые пылеуловители, незаменимы при очистке воздуха от пыли, взрывоопасных и горячих газов.

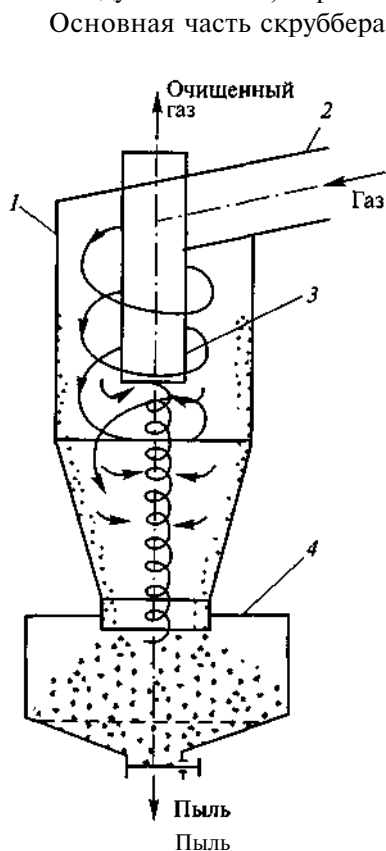


Рис. 3.1. Схема устройства циклона:

1 — корпус; 2 — входной патрубок; 3 — выхлопная труба; 4 — сборник пыли

Основная часть скруббера Вентури — сопло 2, в конфузурную часть которого подводится запыленный поток газа и через центробежные форсунки 7 жидкость на орошение. В конфузурной части сопла происходит разгон газа от входной скорости ($\omega = 15...20$ м/с) до скорости в узком сечении сопла 30—200 м/с и более. Процесс осаждения частиц пыли на капли жидкости обусловлен массой жидкости, развитой поверхностью капель и высокой скоростью частиц жидкости и пыли в конфузурной части сопла. В диффузорной части сопла поток тормозится до скорости 15—20 м/с и подается в каплеуловитель 3, который обычно выполняют в виде прямооточного циклона.

Фильтры (тканевые, зернистые) способны задерживать мелкодисперсные частицы пыли (до 0,05 мкм). Особенно эффективны рукавные фильтры с тканями из синтетических волокон повышенной термостойкости (250—300 °С) типа «Сульфон-Т», фильтровальные металлические ткани (до 800 °С), а также фильтры из тканей типа ФПП и ФПА, дающие высокую степень очистки.

Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют волокнистые фильтры (туманоуловители), принцип действия которых основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием силы тяжести.

Туманоуловители подразделяются на низкоскоростные ($\omega = 0,15$ м/с), в которых преобладает механизм диффузионного осаждения капель, и высокоскоростные ($\omega = 2...2,5$ м/с), в которых осаждение происходит в основном под воздействием инерционных сил.

Волокнистые низкоскоростные туманоуловители обеспечивают высокую эффективность очистки (до 0,999) газа от частиц размером менее 3 мкм и полностью улавливают частицы большого размера. Волокнистые слои формируются набивкой стекловолокна (лавсан, полипропилен) диаметром от 7 до 30 мкм или полимерных волокон (лавсан, полипропилен) диаметром от 12 до 40 мкм. Толщина слоя составляет 5—15 см. Гидравлическое сопротивление сухих фильтроэлементов $\Delta p = 200...1000$ Па.

Высокоскоростные туманоуловители (рис. 3.3) имеют меньшие габаритные размеры и обеспечивают эффективность очистки, равную 0,90...0,98 при $\Delta p = 1500...2000$ Па, от тумана с частицами менее 3 мкм. В качестве фильтрующей набивки в таких туманоуловителях используют войлоки из полипропиленовых волокон, которые успешно работают в среде разбавленных и концентрированных кислот и сильных щелочей.

Для улавливания жидких частиц размером более 5 мкм применяют брызгоуловители из пакетов сеток. Захват частиц жидкости происходит за счет эффекта касания и инерционных сил. Скорость фильтрации в брызгоуловителях не должна превышать 6 м/с.

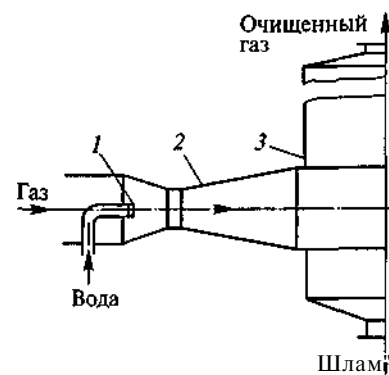


Рис. 3.2. Скруббер Вентури:

1 — центробежные форсунки; 2 — сопло; 3 — каплеуловитель

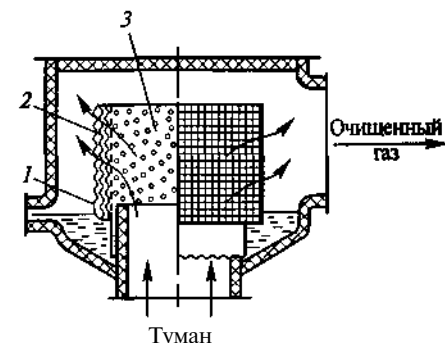


Рис. 3.3. Высокоскоростной туманоуловитель:

1 — брызгоуловитель; 2 — волокнистый фильтр; 3 — фильтрующий элемент

Электрофильтры применяются для очистки газов от взвешенных в них частиц пыли размером до 0,01 мкм при высокой эффективности очистки газов (99,0—99,5 %). Принцип работы всех типов электрофильтров (рис. 3.4) основан на ионизации пылегазового потока у поверхности коронирующих электродов. Приобретая отрицательный заряд, пылинки движутся к осадительному электроду, имеющему знак, обратный заряду коронирующего электрода. При встряхивании электродов осажденные частицы пыли под действием силы тяжести падают вниз в сборник пыли. Электрофильтры требуют большого расхода электроэнергии — это их основной недостаток.

Наиболее эффективна комбинированная очистка выбросов от пыли. Например, отличные результаты дает очистка агломерационных газов в батарейных циклонах с последующей доочисткой в скрубберах Вентури, а также в электрофильтрах.

Для очистки пылегазовых выбросов от токсичных газо- и паробразных примесей (NO , NO_2 , SO_2 и др.) применяются: поглощение примесей путем применения катализаторов (каталитический метод); промывка выбросов растворителями примеси (абсорбционный метод и метод хемосорбции); поглощение газообразных примесей твердыми телами с ультрамикроскопической структурой (адсорбционный метод).

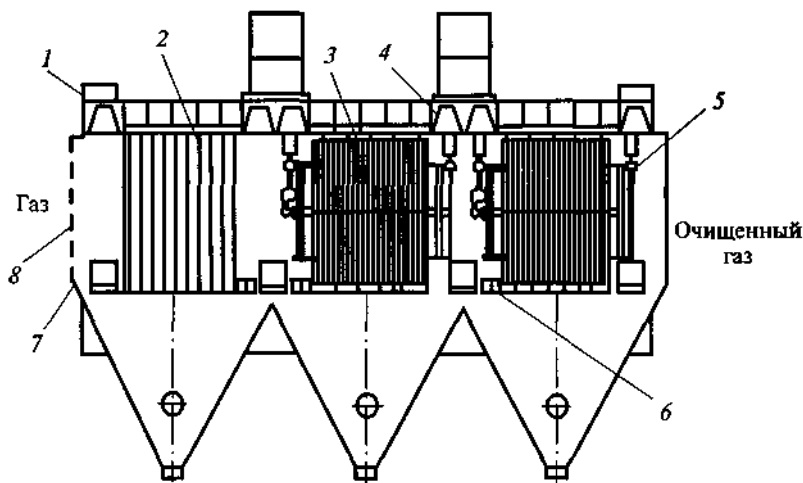


Рис. 3.4. Схема устройства трехполюсного электрофильтра:

1 — корпус; 2 — электрод осадительный; 3 — электрод коронирующий; 4 — механизм встряхивания коронирующих электродов; 5 — изолятор; 6 — механизм встряхивания осадительных электродов; 7 — сборник пыли; 8 — газораспределительная решетка

Каталитическим методом превращают токсичные компоненты промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды путем введения в систему дополнительных веществ, называемых катализаторами. Широко применяют палладийсодержащие и ванадиевые катализаторы, с помощью которых происходит каталитическое дожигание оксида углерода до диоксида и диоксида серы до оксида. Возможно также восстановление оксидов азота аммиаком до элементарного азота. Одна из разновидностей этого метода — дожигание вредных примесей с помощью газовых горелок (факельное сжигание) — широко используется на нефтеперерабатывающих заводах.

Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Большинство реакций, протекающих в процессе хемосорбции, являются экзотермическими и обратимыми, поэтому при повышении температуры раствора образующееся химическое соединение разлагается с выделением исходных элементов. На этом принципе основан механизм десорбции хемосорбента.

Основным видом аппаратуры для хемосорбции служат насадочные башни, пенные и барботажные скрубберы, распылительные аппараты типа труб Вентури и аппараты с различными механическими распылителями.

Абсорбционный метод основан на поглощении вредных газообразных примесей жидким поглотителем (абсорбентом). В качестве абсорбента используют воду, растворы щелочей (сода), аммиака и др. Газообразные цианистые соединения абсорбируют, например, 5 %-ным раствором железного купороса. Устройство, в котором осуществляют процесс абсорбции, называется абсорбером.

Методы абсорбции и хемосорбции, применяемые для очистки промышленных выбросов, называют мокрыми. Преимущество абсорбционных методов заключается в экономичности очистки большого количества газов и осуществлении непрерывных технологических процессов.

Основной недостаток мокрых методов состоит в том, что перед очисткой и после ее осуществления сильно понижается температура газов, что приводит в конечном итоге к снижению эффективности рассеивания остаточных газов в атмосфере. Кроме того, оборудование мокрых методов очистки громоздко и требует создания системы жидкостного орошения. В процессе работы абсорбционных аппаратов образуется большое количество отходов, представляющих собой смесь пыли, растворителя и продуктов поглощения. В связи с этим возникают проблемы обеззараживания, транспортировки или утилизации шлама, что удорожает и осложняет эксплуатацию установок.

При адсорбционном методе в качестве адсорбентов или поглотителей применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы. Так, удельная поверхность активированного угля достигает 10^5 – 10^6 м²/кг. Его применяют для очистки газов от органических паров, удаления неприятных запахов и газообразных примесей, содержащихся в незначительных количествах в промышленных выбросах, а также летучих растворителей и других газов. В качестве адсорбентов применяют также простые и комплексные оксиды (активированный глинозем, силикагель, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты или молекулярные сита), которые обладают большей селективной способностью, чем активированный уголь. Однако их нельзя использовать для очистки очень влажных газов.

Конструктивно адсорберы (рис. 3 5) выполняются в виде вертикальных и горизонтальных кольцевых емкостей, заполненных пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа. Вертикальные адсорберы, как правило, применяются при небольших объемах очищаемого газа; горизонтальные и кольцевые — при высокой производительности, достигающей десятков, сотен, тысяч м³/ч.

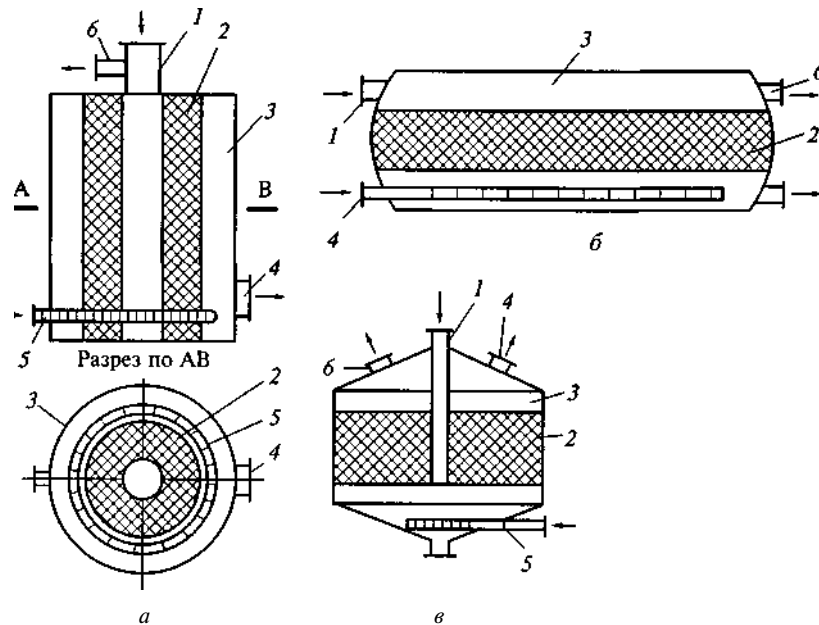


Рис. 3 5 Конструктивные схемы вертикального (а), горизонтального (б) и кольцевого (в) адсорберов'

1 — центральная труба для подачи паровоздушной смеси при адсорбции, 2 — слой активированного угля, 3 — адсорбер, 4 — труба для выхода инертных по отношению к поглотителю газов при адсорбции, 5 — барботер для подачи острого пара при десорбции, 6 — труба для выхода пара при десорбции

Фильтрация газов происходит через неподвижный или движущийся слой адсорбента. Наиболее распространены адсорберы периодического действия, в которых период контактирования очищаемого газа с твердым адсорбентом чередуется с периодом регенерации адсорбента.

Установки периодического действия (с неподвижным слоем адсорбента) отличаются конструктивной простотой, но имеют низкие допустимые скорости газового потока и, следовательно, повышенную металлоемкость и громоздкость. Процесс очистки в таких аппаратах носит периодический характер (отработанный, потерявший активность поглотитель время от времени заменяют либо регенерируют).

Движение адсорбента в плотном слое под действием силы тяжести или в восходящем потоке очищаемого воздуха обеспечивает непрерывность работы установки. Это позволяет полнее использовать адсорбционную способность сорбента, организовать процесс десорбции, а также упростить условия эксплуатации оборудования. Недостатком этих методов являются значительные потери адсорбента за счет ударов частиц друг о друга и истирания о стенки аппарата.

Адсорбцию широко используют при удалении паров растворителя из отработавшего воздуха при окраске автомобилей, органических смол и паров растворителей в системе вентиляции предприятий по производству стекловолна и стеклотканей, а также паров эфира, ацетона в производстве нитроцеллюлозы и бездымного пороха. Адсорбенты также применяют для очистки выхлопных газов автомобилей, удаления ядовитых компонентов (например, сероводорода из газовых потоков), выбрасываемых в атмосферу через лабораторные вытяжные шкафы, и радиоактивных газов при эксплуатации ядерных реакторов, в частности радиоактивного иода.

Рассеивание пылегазовых примесей в атмосфере используется для снижения опасных концентраций примесей до уровня, соответствующего ПДК. Как показывает опыт, в приземном слое атмосферы вблизи крупных энергетических установок и других предприятий концентрация вредных веществ в отходящих газах может превышать предельно допустимые нормы, несмотря на все применяемые меры по очистке газов и экологизацию технологических процессов.

Рассеивание пылегазовых выбросов осуществляют с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. На некоторых предприятиях высота дымовых труб достигает более 300 м. Следует признать, что рассеивание газовых примесей в атмосфере — это далеко не самое лучшее решение проблемы, связанной с загрязнением воздушного бассейна.

Рассеивание вредных веществ в атмосфере — скорее временное, вынужденное мероприятие, которое осуществляется вследствие того, что существующие очистные устройства не обеспечивают полной очистки выбросов от вредных веществ.

Устройство санитарно-защитных зон также защищает атмосферный воздух от вредных выбросов предприятий.

Санитарно-защитная зона представляет собой полосу, отделяющую источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий, для защиты населения от влияния вредных факторов производства (выбросы пыли и иные виды загрязнения среды).

Санитарно-защитная зона должна быть благоустроена и озеленена газоустойчивыми породами деревьев и кустарников, например акацией белой, тополем канадским, елью колючей, шелковицей, кленом остролистным, вязом и т.д. Об эффективности озеленения свидетельствуют следующие данные: хвоя одного гектара елового леса улавливает 32 т пыли, листва букового леса — 68 т. На расстоянии 500 м от предприятия при отсутствии озеленения загрязнение воздуха SO_2 , H_2S , NO_2 в 2 раза ниже, чем у источника загрязнения, а при наличии озеленения загрязнение воздуха ниже в 3 — 4 раза.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают в себя правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления господствующих ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами, сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов и др.

3.2. Методы и средства защиты гидросферы от производственных загрязнений

Основными загрязнителями поверхностной воды являются сточные воды промышленных предприятий, бытовые и сельскохозяйственные стоки [13, 16, 22].

Для защиты вод от загрязнений предусмотрены следующие мероприятия:

- разработка и внедрение малоотходных или полностью исключают потребление воды технологий;

- внедрение систем оборотного водоснабжения;

- очистка сточных вод;

- очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для водоснабжения и других целей;

- закачивание отходных вод в глубокие водоносные горизонты.

Одним из наиболее эффективных способов защиты водоемов от загрязнения является создание системы оборотного водоснаб-

жения, которая позволяет экономить потребление воды, осуществлять ее очистку в замкнутой системе, повторно использовать выделяемые из воды примеси.

На рис. 3.6 представлена схема очистки поверхностных сточных вод на территории предприятия. Сточные воды из водосборных коллекторов по трубопроводу 2 поступают в отстойник-усреднитель 7, откуда насосом 4 подаются на песчаный фильтр 6, далее поступают в емкость очищенной воды 7 и по трубопроводу 8 направляются для использования в различных целях.

Осадок, скапливающийся в отстойнике-усреднителе 7, поступает в уплотнитель осадка 12, в который также по трубопроводу 77 попадает осадок из резервуара промывной воды 10, образующейся при промывке фильтра 6 очищенной воды, отбираемой насосом по трубопроводу 9. Промывная вода из фильтра 6 поступает в резервуар 10 по трубопроводу 5 и насосом 4 через трубопровод 3 направляется в отстойник-усреднитель 7. Уплотненный осадок периодически удаляется из уплотнителя 12 по трубопроводу 13.

Очищенные поверхностные сточные воды используют для подпитки оборотных систем водоснабжения, а также в системах пожаротушения, при этом очистка сточных вод ограничивается, как правило, отстаиванием в прудах.

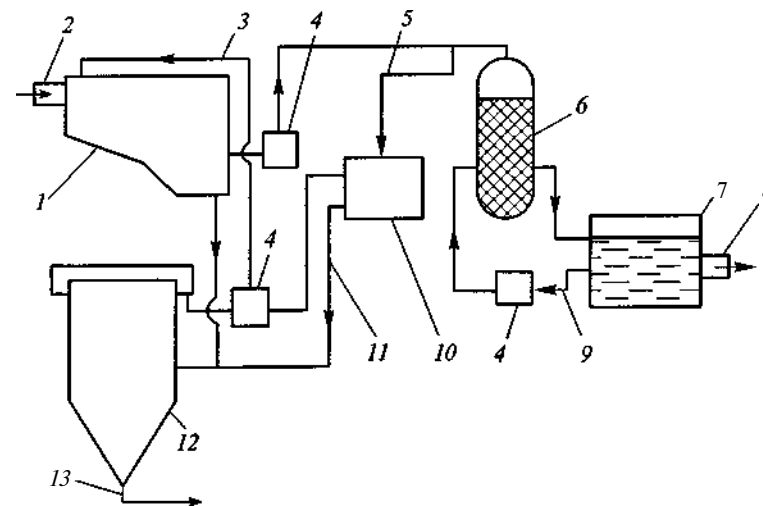


Рис. 3.6. Схема очистки поверхностных сточных вод:
1 — отстойник-усреднитель; 2, 3, 5, 8, 9, 11, 13 — трубопровод; 4 — насос; 6 — фильтр; 7 — емкость очищенной воды; 10 — резервуар промывной воды; 12 — уплотнитель осадка

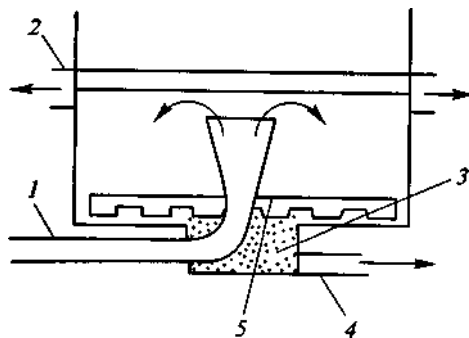


Рис. 3.7. Схема устройства радиального отстойника:
1 — входная труба; 2 — отводящая труба; 3 — шламосборник; 4 — канал вывода шлама; 5 — механический скребок

Сточные воды часто имеют сложный состав и для их очистки требуются различные способы: механические, химические, электрохимические, физико-химические, биологические и др.

Очистка сточных вод может осуществляться одним или несколькими способами (многоступенчатая или комбинированная очистка). Процесс очистки в большинстве случаев предусматривает обработку осадков сточных вод и их обеззараживание перед сбросом в водоемы. Для обеспечения нормальной эксплуатации очистных сооружений используют усреднение концентрации или расхода сточных вод. С этой целью на входе в очистные сооружения устанавливают усреднители, выбор и расчет которых определяется характеристиками залповых сбросов.

При механическом методе очистки из производственных сточных вод путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляется до 90 % нерастворимых механических примесей различной степени дисперсности (песок, глинистые частицы, окалина и др.), а из бытовых сточных вод — до 60 %. Для этих целей применяют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов (рис. 3.7).

Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефте-, маслоловушками и другими ловителями либо выжигают.

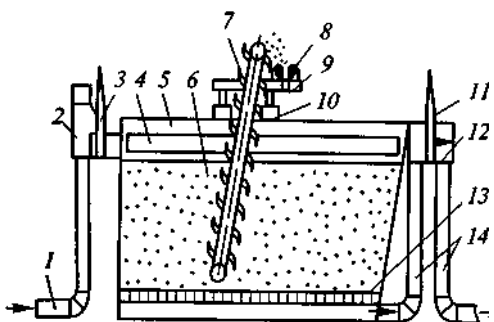


Рис. 3.8. Схема полиуретанового фильтра:

1, 14 — трубопровод; 2 — распределительная камера; 3, 11 — регулирующий клапан; 4 — водораспределительные окна; 5 — фильтр; 6 — пенополиуретан; 7 — цепной элеватор; 8 — отжимные барабаны; 9 — сборный желоб; 10 — передвижная тележка; 12 — камера; 13 — сетчатое днище

На рис. 3.8 представлена схема полиуретанового фильтра для очистки сточных вод от маслопримесей. Сточная вода по трубопроводу 1 поступает в распределительную камеру 2 и через регулирующий клапан 3 и водораспределительные окна 4 попадает в фильтр 5, заполненный пенополиуретаном 6. Пройдя через слои фильтроматериала, сточная вода очищается от масла и взвешенных веществ и через сетчатое днище 13 отводится по трубопроводу 14. Для поддержания постоянного уровня очищаемой воды в фильтре предусмотрена камера 12 с регулирующим клапаном 11. Регенерация частиц пенополиуретана осуществляется специальным устройством, установленным на передвижной тележке 10, позволяющим регенерировать весь объем фильтра. Насыщенные маслом частицы пенополиуретана цепным элеватором 7 подаются на отжимные барабаны 8 и, освободившись от маслообразных и взвешенных веществ, вновь попадают в фильтр. Отжатые загрязнения по сборному желобу 9 отводят для дальнейшей переработки.

Химические и физико-химические методы очистки наиболее эффективны для очистки производственных сточных вод.

К основным химическим методам очистки относят нейтрализацию и окисление. Для нейтрализации кислот и щелочей в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак), для окисления — различные окислители, с помощью которых сточные воды освобождаются от токсичных и других компонентов.

При физико-химическом методе очистки используются:

коагуляция — введение в сточные воды коагулянтов (солей аммония, железа, меди, шламовых отходов и пр.) для образования хлопьевидных осадков, которые затем легко удаляются;

сорбция — способность некоторых веществ (бентонитовые глины, активированный уголь, цеолиты, силикагель, торф и др.) поглощать загрязнения;

флотация — пропуск через сточные воды газовых пузырьков, которые захватывают при движении вверх поверхностно-активные вещества (ПАВ), нефть, масла, другие загрязнения и образуют на поверхности воды легко удаляемый пенообразный слой.

В последние годы наряду с физико-химическими активно применяются электрохимические методы очистки. Электрофлотация наряду с пневмофлотацией находит широкое применение для удаления из сточных вод маслопродуктов и мелкодисперсных взвесей. Электрофлотация осуществляется путем пропускания через сточную воду электрического тока, возникающего между двумя электродами. В результате электролиза воды образуются пузырьки газа, прежде всего водорода, а также кислорода, которые обволакивают примеси и способствуют их всплытию на поверхность воды с образованием пены.

Процесс очистки электрофлотацией осуществляется в специальных электрофлотационных установках.

Практически одинаковые с ними конструкции имеют электрокоагуляционные установки, в которых в качестве анодов используют алюминий или железо.

В процессе анодного растворения ионы алюминия или железа, гидролизуясь, осуществляют процесс коагуляции, а выделяющийся на катоде водород — флотацию.

Принципиальная схема электрофлотационного аппарата с растворимым анодом приведена на рис. 3.9. Аппарат представляет собой прямоугольный трехсекционный резервуар, в нижней части которого расположены электроды. В секции 1 электроды изготовлены в виде вертикальных алюминиевых пластин — катода 11 и растворимого анода 12. В секции 2 расположена графитовая сетка — катод 9. В секции 3 графитовые пластины 8, выполняющие роль анода, установлены вертикально под катодом 7. Сточная вода из канала 13 поступает в секцию 1, где происходит растворение металла анода в воде с образованием гидроокиси и одновременной коагуляцией примесей и флотацией их на поверхности жидкости. Установленные в секциях 2 и 3 графитовые аноды интенсифицируют процесс очистки, способствуя более тщательному выделению из сточной воды взвешенных частиц. Вертикальное расположение графитовых пластин в секции 3 позволяет увеличить поверхность контакта сточной воды с поверхностью анода для повышения эффективности обеззараживания воды. В случае отсутствия

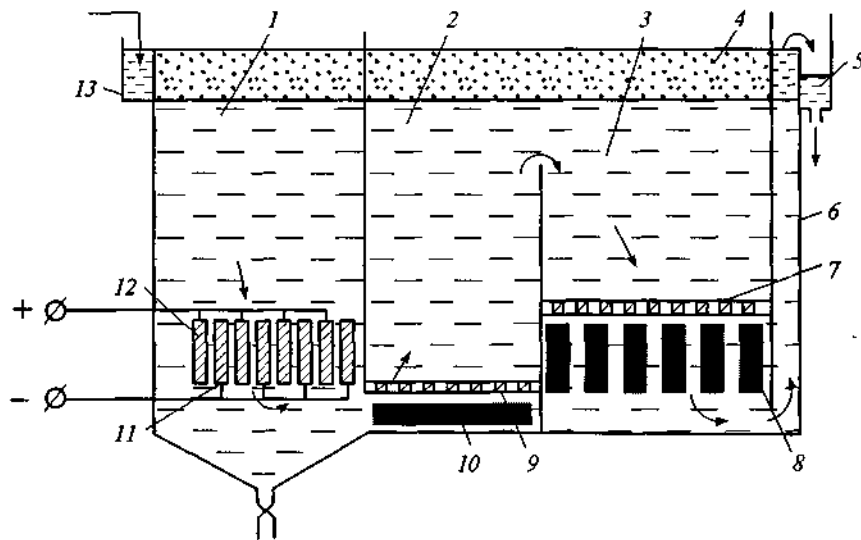


Рис. 3.9. Принципиальная схема электрофлотационного аппарата с растворимыми электродами:

1—3 — секции аппарата; 4 — пенный продукт; 5 — канал для очищенной воды; 6 — корпус; 7—12 — электроды; 13 — канал для исходной сточной воды

необходимости в обеззараживании воды аппарат изготавливают без секции 3.

Ионообменные методы очистки сточных вод находят применение во многих отраслях промышленности и используются для очистки сточных вод от ионов металлов, мышьяка, радиоактивных веществ и других примесей.

Очистка заключается в пропускании сточных вод через иониты (ионообменные смолы), имеющие свободные ионы, способные обмениваться на ионы, находящиеся в сточной воде. Иониты подразделяются на катиониты и аниониты. Катиониты имеют свободные и подвижные катионы (чаще всего ионы водорода), а аниониты — свободные анионы (чаще всего гидроксильную группу OH⁻). При прохождении сточной воды через ионообменные смолы подвижные ионы заменяются на ионы примесей соответствующего знака. Происходит сорбирование токсичных ионов примесей смолой. При насыщении смолы токсичными ионами проводят их регенерацию (восстановление сорбирующей способности) кислотами или щелочами, во время которой токсичные ионы замещаются соответствующими катионами или анионами. Токсичные примеси выделяются в концентрированном виде как кислотные или щелочные стоки, которые могут взаимно нейтрализоваться, подвергаться реагентной очистке или утилизации.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих и пищевых предприятий широко используют *биологический (биохимический) метод очистки*, который основан на способности искусственно вселяемых микроорганизмов использовать для своего развития органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах (сероводород, аммиак, нитриты, сульфиды и т.д.). Очистку ведут естественными (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды и др.) и искусственными (аэротенки, метатенки, биофильтры, циркуляционные окислительные каналы) методами.

После осветления сточных вод образуется осадок, который сбрасывают в железобетонных резервуарах (метатенках), а затем удаляют на иловые площадки для подсушивания (рис. 3.10). Подсушенный осадок обычно используется как удобрение. Однако в последние годы в сточных водах обнаруживают много вредных веществ (тяжелые металлы и др.), что исключает такой способ утилизации осадков.

Осветленная часть сточных вод очищается в аэротенках — специальных закрытых резервуарах, по которым медленно пропускают стоки, обогащенные кислородом и смешанные с активным илом, жтивный ил представляет собой совокупность гетеротрофных микроорганизмов и мелких беспозвоночных животных (плесени, дрожжей, водных грибов, колероваток и др.), а также твердого субстрата.

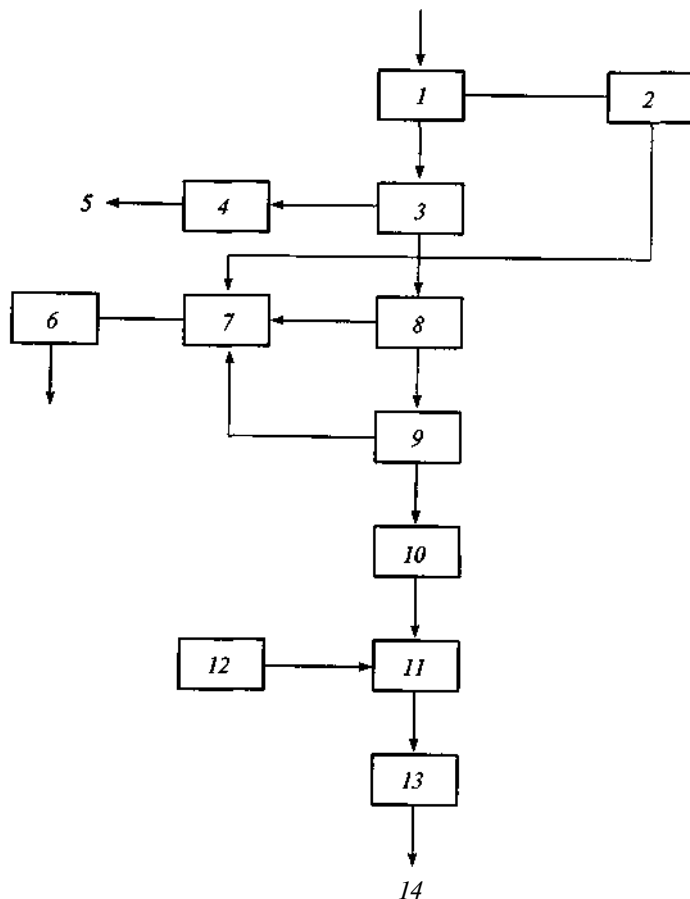


Рис. 3.10. Схема биологической очистки сточных вод:
 / — решетка; 2 — дробилка; 3 — песколовка; 4 — песковая площадка; 5 — отправка на планировку; 6 — иловые площадки; 7 — метатенк; 8 — первичный отстойник; 9 — аэротенк; 10 — вторичный отстойник; // — смеситель; 12 — озонаторная; 13 — контактный резервуар; 14 — выпуск

После вторичного отстаивания сточные воды обеззараживают (дезинфицируют) с помощью соединений хлора или озонированием. При этом уничтожаются патогенные бактерии, вирусы, болезнетворные микроорганизмы. В системах очистки сточных вод биологический (биохимический) метод является завершающим, и после его применения сточные воды можно использовать в оборотном водоснабжении либо сбрасывать в поверхностные водоемы.

В последние годы активно разрабатываются новые эффективные методы, способствующие экологизации процессов очистки сточных вод:

мембранные процессы очистки (ультрафильтрация, электродиализ и др.);

магнитная обработка, позволяющая улучшить флотацию взвешенных частиц;

радиационная очистка воды, позволяющая в кратчайшие сроки подвергнуть загрязняющие вещества окислению, коагуляции и разложению;

озонирование, при котором в сточных водах не образуются вещества, отрицательно воздействующие на естественные биохимические процессы;

внедрение новых селективных типов сорбентов для избирательного выделения полезных компонентов из сточных вод с целью вторичного использования и др.

Одним из перспективных методов очистки от загрязнения поверхностных вод является *подземное захоронение* — закачивание сточных вод в глубокие водоносные горизонты через систему поглощающих скважин (рис. 3.11). При этом отпадает необходимость в дорогостоящей очистке и обезвреживании сточных вод.

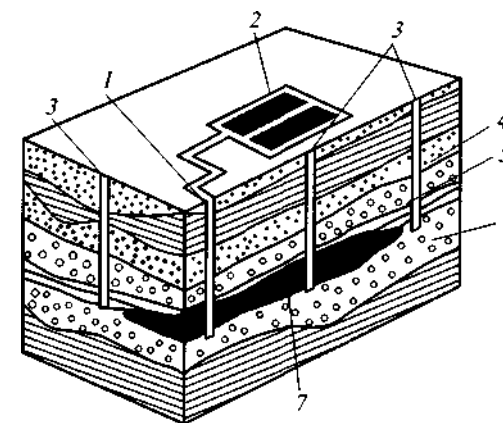
Однако, по мнению многих ведущих специалистов, данный метод целесообразен для изоляции лишь небольших количеств высокотоксичных сточных вод, не поддающихся очистке с помощью существующих технологий.

Среди водоохраных проблем одной из важнейших является разработка и внедрение эффективных методов обеззараживания и очистки поверхностных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Недостаточно очищенные питьевые воды опасны как с экологической, так и с социальной точек зрения.

Начиная с 1896 г. и до настоящего времени, *метод обеззараживания воды хлором* является в нашей стране наиболее распространенным в борьбе с бактериальным загрязнением. Однако оказалось, что хлорирование воды представляет серьезную опасность для здо-

Рис. 3.11. Схема подземного захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные горизонты:

/ — нагнетательная скважина; 2 — накопительная емкость; 3 — наблюдательные скважины; 4 — зона активного водоёма (пресные воды); 5 — зона замедленного водообмена (солончатые воды); 6 — зона застойного режима (соленые воды); 7 — закачанные промышленные стоки



ровья людей. Исключить этот опасный эффект и добиться снижения содержания канцерогенных веществ в питьевой воде возможно путем замены первичного хлорирования на озонирование или обработку ультрафиолетовыми лучами, а также применением безреагентных методов предочистки на биологических реакторах.

Следует заметить, что обработка воды озоном или ультрафиолетовыми лучами практически полностью вытеснила хлорирование на станциях очистки воды во многих странах Западной Европы. В нашей стране применение этих экологически эффективных технологий ограничено из-за высокой стоимости переоборудования водоочистных станций.

Современная технология очистки питьевой воды от других экологически опасных веществ (нефтепродуктов, ПАВ, пестицидов, хлорорганических и др.) основывается на использовании сорбционных процессов с применением активированных углей или их аналогов — графитминеральных сорбентов.

Все большее значение в охране поверхностных вод от загрязнения и засорения приобретают агролесомелиорация и гидротехнические мероприятия, с помощью которых можно предотвращать заиление и зарастание озер, водохранилищ и малых рек, а также образование эрозии, оползней, обрушение берегов и т.д. Выполнение комплекса этих работ позволит уменьшить загрязненный поверхностный сток и будет способствовать чистоте водоемов. В связи с этим огромное значение придается снижению процессов эвтрофикации водоемов, в частности, водохранилищ.

Важную защитную функцию на любом водном объекте выполняют водоохранные зоны. Ширина водоохранной зоны рек может составить от 0,1 до 2,0 км, включая пойму реки, террасы и склон коренного берега. Назначение водоохранной зоны — предотвратить загрязнение, засорение и истощение водного объекта. В пределах водоохранных зон запрещается вспашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов и удобрений, проведение строительных работ и др.

3.3. Переработка и обезвреживание бытовых и производственных отходов

В настоящее время и по масштабам накопления, и по степени негативного воздействия на окружающую среду экологической проблемой века становятся опасные отходы. Поэтому их сбор, удаление, детоксикация, переработка и утилизация — одна из основных задач инженерной защиты окружающей природной среды. Важнейшей проблемой является защита среды обитания и от обычных, т. е. нетоксичных, отходов. На урбанизированных территориях размещение отходов уже сейчас выходит на первое ме-

сто по своей значимости среди экологических проблем. Решение этого вопроса регламентируется Законом РФ «Об охране окружающей природной среды» [10, 22].

В отечественной и мировой практике наибольшее распространение получили следующие методы переработки *твердых бытовых отходов* (ТБО):

строительство полигонов для захоронения и частичной переработки;

компостирование (с получением ценного азотного удобрения или биотоплива);

сжигание отходов на мусоросжигающих заводах;

ферментация (получение биогаза из животноводческих стоков и др.);

пиролиз (высокотемпературный нагрев без доступа воздуха) ТБО при температуре 1700 °С;

предварительная механизированная сортировка, утилизация и реутилизация ценных компонентов.

По оценке ряда специалистов, на нынешней стадии развития производства, которое в целом характеризуется преобладанием ресурсопотребляющих технологий и огромным накоплением отходов, наиболее приемлемым методом следует признать строительство полигонов для организованного и санкционированного хранения отходов и частичной их переработки (в основном методом прямого сжигания). Конструктивные схемы допускают высоту таких полигонов до 60 м и послойное их загрузку с помощью бульдозеров, для чего устраивают пологий внешний откос. При определенных условиях (инертность, слабая токсичность) совместно с твердыми бытовыми могут складироваться и промышленные отходы. Особое внимание обращают на гидроизоляцию полигонов для исключения попадания загрязняющих веществ в подземные воды. Срок полного обезвреживания отходов составляет 50—100 лет.

Одним из перспективных методов переработки твердых бытовых пищевых отходов является их *компостирование* с аэробным окислением органического вещества. Полученный компост используют в сельском хозяйстве, а некомпостируемые бытовые отходы поступают в специальные печи, в которых термически разлагаются и превращаются в разные ценные продукты, например в смолу.

Другой, менее распространенный метод переработки твердых бытовых отходов — сжигание их на мусоросжигающих заводах. На сегодняшний день в России работает небольшое число мусоросжигающих заводов (в Москве—два, Владивостоке, Сочи, Пятигорске, Мурманске и др.). На этих заводах спекание отходов происходит при $t = 800... 850$ °С. Вторая стадия газовой очистки отсутствует, поэтому в золе отработанных отходов отмечается повышенная концентрация диоксидов (0,9 мкг/кг и более).

С каждого кубометра сжигаемых отходов в атмосферу выбрасывается 3 кг ингредиентов (пыль, сажа, газы) и остается 23 кг золы.

На некоторых зарубежных мусоросжигающих заводах реализуется более экологичная двухстадийная очистка газов, регламентирующая очистку более десяти вредных компонентов, включая дибензодиоксин и дибензофураны (на отечественных заводах — четыре компонента). Режим сжигания предусматривает разложение отходов, в том числе образующихся из пластмасс диоксинов, при температуре 900—1000 °С. До сжигания в обязательном порядке (в США, например, это регламентируется законом) производится предварительная сортировка твердых отходов, что на порядок снижает содержание вредных веществ в газах и шлаках.

Процесс ферментации заключается в добавлении в животноводческие стоки ферментов (специальных белковых веществ — биологических катализаторов), ускоряющих процесс сбраживания отходов. В результате протекания биохимических реакций выделяется большое количество газа, состоящего в основном из метана (2/3 общего объема) и диоксида углерода. Выделяемый метан может быть использован для производства или бытовых нужд как горючее.

На заводах по пиролизу ТБО при температуре 1700 °С практически утилизируются все материальные и энергетические компоненты, что резко снижает загрязнение окружающей среды. Однако технологический процесс очень трудоемок (по существу, завод по пиролизу — это доменная печь).

Высокая температура в зоне пиролиза обеспечивает разрушение практически всех сложных ядовитых соединений и превращение их в простые горючие или инертные соединения. Пиролиз широко применяется и для переработки производственного мусора органического происхождения (древесины, резины, бумаги, ветоши и т.д.).

К новейшим отечественным разработкам относится технология комплексной переработки ТБО. Технология предусматривает предварительную механизированную сортировку ТБО (извлечение черных и цветных металлов, выделение части балластных компонентов — стеклобоя, бытовых электробатареек, выделение текстильных компонентов для последующего их использования или ликвидации). После этого осуществляется термообработка обогащенной и подсушенной фракции мусора при температуре до 1000 °С. Обогащенные шлаки перерабатываются и сжигаются в камни строительного назначения. Предусматривается двухстадийная современная газоочистка.

Токсичные твердые промышленные отходы обезвреживают на специальных полигонах и сооружениях. Для предотвращения загрязнения почв и подземных вод отходы подвергают отверждению

цементом, жидким стеклом, битумом, обработке полимерными вяжущими и т.д.

Выбор земельных участков для захоронения производится с соблюдением Санитарных правил о порядке накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов и СНиП 2.01.28-85 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов». Полигоны запрещено размещать в сильно заболоченных местах, на территориях зеленых зон городов, в зонах санитарной охраны курортов, в зоне питания подземных источников питьевой воды, в зонах активного карста, оползней, селевых потоков, снежных лавин.

В стратегическом плане, по мнению многих ученых и специалистов, проблема отходов должна решаться на месте их образования путем внедрения ресурсозобновляющих технологий (РВТ), обеспечивающих минимизацию промышленных выбросов и отходов.

Очень сложной и пока еще нерешенной проблемой является обезвреживание и захоронение *радиоактивных и диоксинсодержащих отходов*. Общеизвестно, что избавление человечества от этих отходов — одна из самых острых экологических проблем.

Наиболее разработанными методами утилизации муниципальных радиоактивных отходов, т.е. отходов, не связанных с деятельностью АЭС и военно-промышленного комплекса, являются цементирование, остекловывание, битуминирование, сжигание в керамических камерах и последующее перемещение продуктов переработки в специальные хранилища («могильники»).

На специальных комбинатах и пунктах захоронения радиоактивные отходы сжимают до минимальных размеров в прессовочной камере. Полученные брикеты помещают в пластиковые бочки, заливают цементным раствором и отправляют в хранилища, врытые в землю на 5—10 м. По другой технологии их сжигают, превращают в пепел (золу), упаковывают в бочки, цементируют и отправляют в хранилища.

Для утилизации жидких радиоактивных отходов используют методы остекловывания, битуминирования и др. При остекловывании при температуре 1250—1600 °С образуются гранулированные стекла, которые также заковывают в цемент и бочки, а затем отправляют в хранилища. Однако, по мнению многих специалистов, долговечность бочек-контейнеров сомнительна.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) считает предпочтительным захоронение радиоактивных отходов в твердом и отвержденном виде, однако не исключает возможности захоронения и жидких отходов путем перевода их в геологические формации. Разработан метод захоронения особо опасных радиоактивных отходов в подземные емкости различных геологических

формаций (массивы каменной соли, скальных грунтов и др.) на глубину не менее 600 м. Однако этот метод не является экологически безопасным, и ученые ищут другие, более приемлемые и надежные способы.

Активная борьба с другими весьма опасными диоксинсодержащими отходами ведется в США, Японии, странах Западной Европы. По данным печати, в этих странах запрещено использование нескольких десятков диоксинсодержащих веществ, а также низкотемпературное сжигание мусора. Изменяются технологии, например производства бумаги, внедряется повсеместный строжайший контроль за содержанием диоксинов в промышленной продукции, отходах и продуктах.

Для борьбы с диоксинсодержащими отходами в нашей стране важное значение имело принятие летом 1993 г. проекта первого этапа Федеральной программы «Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов». В настоящее время в Российской Федерации разработаны и внедрены технологии очистки воды от диоксинов сорбцией на гранулированных активных углях.

Проблема борьбы с диоксинами осложняется отсутствием в достаточном количестве современной аналитической аппаратуры, малым числом специальных лабораторий, недостаточной обученностью персонала, высокой стоимостью приборов зарубежных фирм и т.д.

3.4. Методы и средства контроля экологического состояния окружающей среды

Контроль экологического состояния окружающей среды осуществляется в результате мониторинга промышленно-транспортных, энергетических и других объектов. Контроль предусматривает слежение за этими объектами как источниками загрязнения и изменения состояния окружающей среды, а также предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья живых организмов. Особенности экологического мониторинга диктуют особые требования к измерительным приборам, оборудованию, программным средствам и расчетным методикам. Для измерения концентрации вредных примесей в атмосферном воздухе используются разные методы оценки. В газоаналитической аппаратуре реализуются следующие методы измерений [3, 10, 13].

Абсорбционный метод спектрального анализа газов основан на свойстве веществ избирательно поглощать часть проходящего через них электромагнитного излучения. Специфичность спектра поглощения позволяет качественно определять состав газовых сме-

сей, а его интенсивность связана с количеством поглощающего энергию вещества. Каждому газу присуща своя область длин волн поглощения, что обуславливает возможность избирательного анализа газов.

Электрохимический метод газового анализа основан на использовании химических сенсорных датчиков, состоящих из двух чувствительных элементов и определенного химического покрытия, которое непосредственно контактирует с анализируемой средой и на котором происходит адсорбция анализируемого вещества. В зависимости от того, какие физические свойства, зависящие от количества адсорбированного вещества, измеряются, датчики подразделяются на потенциометрические, кулонометрические, полярографические и др.

Электрохимические газоанализаторы отличаются сравнительно простой, низкой чувствительностью к механическим воздействиям, малыми габаритами и массой, незначительным энергопотреблением.

Пламенно-ионизационные газоанализаторы используются для измерения суммарной концентрации углеродов различных классов, контроль которых избирательными методами анализа весьма сложен. Они обеспечивают надежное измерение в большом диапазоне концентраций, отличаются высокой чувствительностью и малой инертностью, позволяют отдельно определять содержание метана и реакционноспособных углеводородов, образующих в атмосфере фотохимический смог.

Хемилюминесцентный метод газового анализа применяется для измерения концентраций NO_x, озона O₃. Для определения концентрации O₃ в атмосфере используют реакцию озона с органическим красителем на поверхности активированного вещества, при которой также наблюдается хемилюминесценция.

Метод ультрафиолетовой флуоресценции используется в приборах для контроля SO₂ и H₂S. Явление флуоресценции заключается в способности определенных веществ излучать свет под воздействием излучения источника возбуждения. Преимущество указанного метода по сравнению с методом пламенной фотометрии заключается в отсутствии вспомогательных газов.

Гравиметрический (весовой) метод — традиционный метод определения концентрации твердых частиц в газовых смесях, связанный с отбором пробы, пропуском ее через фильтр, взвешиванием фильтра или определением его степени черноты по эталону. Этот метод реализован в дымометрах, которые используются для определения дымности отработавших газов.

Необходимость непрерывного контроля содержания твердых частиц в отработавших газах двигателей или атмосферном воздухе привела к широкому распространению оптических и радиоизотопных методов анализа.

итогом террористического акта в Нью-Йорке (США, 2001 г.) стало разрушение двух крупнейших небоскребов Международного торгового центра и гибель более 4 тыс. чел.

Россия была и останется страной, в которой потенциальная опасность природных бедствий и техногенных катастроф чрезвычайно высока. Это обусловлено огромными размерами ее территории, наличием различных климатических зон, неравномерностью технологических уровней производственных процессов на предприятиях промышленности, транспорта, топливно-энергетического комплекса. Техногенные опасности усугубляются факторами нестабильности и кризисности экономики. Ежегодно в нашей стране происходит от 800 до 1500 достаточно крупных чрезвычайных ситуаций, из них более 80 % — техногенного характера. При этом из года в год складывается неутешительная картина динамики их роста и тяжести негативных последствий.

Одной из основных государственных проблем является создание гарантий безопасного проживания и деятельности населения на всей его территории как в мирное, так и в военное время. Организация защиты населения от чрезвычайных ситуаций является составной частью общегосударственных социальных и оборонных мероприятий. Осознание этого требует от структур государственной власти энергичных мер по созданию эффективной системы защиты граждан, действующей на всех уровнях управления в Российской Федерации, во всех регионах и на всех территориях.

Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» вводит термины и определения, применяемые в наименовании и содержании Единой Российской Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС):

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение жизнедеятельности людей.

Зона ЧС — территория, пораженная в результате проявления чрезвычайного события и требующая специальных мер ликвидации и восстановительного характера.

Оперативная обстановка в зоне ЧС — характеристика зоны ЧС, полученная на определенный момент времени и содержащая сведения о состоянии зоны, проведенных работах по ликвидации ЧС, требуемых ресурсах для ликвидации ЧС, внешних факторах, относящихся к ЧС и влияющих на развитие обстановки.

Предупреждение ЧС — комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное сни-

жение риска возникновения ЧС, а также на уменьшение всех негативных последствий ЧС в случае их возникновения.

Ликвидация ЧС — аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среды, уменьшение материальных потерь, а также на локализацию зон ЧС и прекращение действия характерных для них опасных факторов.

В основу классификации ЧС могут быть положены разнообразные признаки, характерные для групп чрезвычайных событий. Так, все ЧС делятся в зависимости от сути явления, вызвавшего их, на конфликтные и бесконфликтные (рис. 4.1).

К бесконфликтным относятся ЧС техногенного, природного и экологического характеров. Источники угроз этих ситуаций находятся в техносфере и природной среде, а сами ситуации возникают в связи с хозяйственной деятельностью человека или проявлением стихийных сил природы.

К конфликтным относятся ЧС, источниками которых являются общество, действия его отдельных групп или неразрешенные противоречия социально-политические или экономические между классами, группами или социальными слоями.

В зависимости от количества пострадавших людей, у которых оказались нарушенными условия жизнедеятельности, размера материального ущерба, а также размера зон действия поражающих факторов ЧС подразделяются на следующие группы:

локальные (пострадало не более 10 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности не более чем у 100 чел., либо материальный ущерб составил не более 1000 минимальных размеров оплаты труда и зона ЧС не вышла за пределы территории объекта производственного или социального назначения);

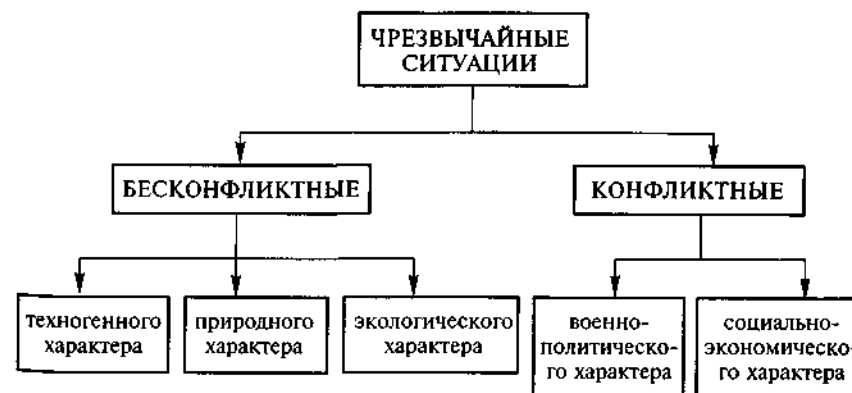


Рис. 4.1. Классификация чрезвычайных ситуаций

местные (пострадало от 10 до 50 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности 100 — 300 чел., либо материальный ущерб составил 1 — 5 тыс. минимальных размеров оплаты труда и зона ЧС не вышла за пределы населенного пункта, города, района);

территориальные (пострадало 50 — 500 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности 300 — 500 чел., либо материальный ущерб составил от 5 тыс. до 0,5 млн минимальных размеров оплаты труда и зона ЧС не вышла за пределы субъекта Российской Федерации);

федеральные (пострадало более 500 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности более 1000 чел., либо материальный ущерб составил более 5 млн минимальных размеров оплаты труда и зона ЧС вышла за пределы более двух субъектов Российской Федерации);

трансграничные (поражающие факторы вышли за пределы России либо ЧС, происшедшие за рубежом, затронули территорию Российской Федерации).

Чрезвычайные события (явления, процессы), лежащие в основе ЧС и их инициирующие, подразделяются на группы по следующим классификационным признакам:

по скорости увеличения и (или) распространения опасности: внезапные (взрывы, транспортные аварии и др.); с быстрым изменением факторов (пожары, выбросы ХОВ и др.); с умеренным изменением факторов (выбросы РВ и др.); с медленным изменением факторов (засуха, эпидемии, эпифитотии, аварии на очистных сооружениях и др.);

по характеру источников опасности и поражающих факторов: химические, тепловые, радиационные и др.;

по результату воздействия поражающих факторов на основные объекты (предприятия, жилые массивы, территории, технические установки и сооружения): затопление, разрушение, заражение и др.

В результате анализа ЧС различных видов установлены следующие фазы развития ситуаций:

накопление отклонений различных параметров в источнике ЧС от допустимых норм или отрицательных эффектов до критической величины;

иницирование возникновения ЧС;

развитие ситуации до достижения максимального действия поражающих факторов;

затухающее действие поражающих факторов ЧС;

стабилизация обстановки в зоне ЧС.

Свойства поражающих воздействий оружия, природных явлений, техногенных аварий и катастроф в процессе развития ЧС определяются видами энергии, действующей на человека, объекты техносферы и элементы природной среды. При возникновении ЧС имеют место следующие виды поражения: физическое, хими-

ческое, биологическое, информационно-психологическое и комбинированное.

При *физическом поражении* на объекты воздействуют отдельно или комбинированно все известные формы физической энергии: кинетическая, акустическая, электромагнитная, радиационная, тепловая и др.

Кинетическое (или *механическое*) поражение является результатом воздействия на людей и материальные объекты среды движущихся предметов (обломки техники, части зданий и сооружений, камни и др.), напора воды, воздуха, грунта, ударной волны, лавы и других факторов. При этом разрушаются или повреждаются материальные объекты, поражаются население, животные и растительность.

Акустическое поражение возникает при воздействии на людей и животных энергии акустических излучений. Звуковые волны с уровнем давления свыше 140 дБ, возникающие при взрывах, приводят к потере слуха, а мощные инфразвуковые излучения на частотах от 2 до 15 Гц в зоне штормов вызывают чувство беспокойности, страха и даже могут привести к временной потере зрения, психическим расстройствам, потере сознания или даже к смерти.

Электромагнитное поражение представляет собой результат воздействия на объекты энергии электромагнитных излучений. Электромагнитные излучения различной частоты и мощности могут нарушать работу радиоэлектронных, электрических и оптических средств, линий энергоснабжения, техники и оборудования; вызывать возгорание, оплавление или испарение некоторых материалов; оказывать негативное воздействие на людей и животных. На человека весьма пагубно воздействуют излучения частотой 6,2 Гц.

К радиационному поражению относится воздействие энергии элементарных частиц, при котором на живые организмы, элементы техносферы и природной среды оказывают влияние энергетические частицы материи, образующиеся в результате радиоактивного распада или ядерного взрыва.

Тепловое (или *термическое*) поражение происходит в результате воздействия на объекты био-, эко- и техносферы тепловой энергии, прежде всего открытого огня — источника пожаров и взрывов. Имея физико-химическую природу, тепловое воздействие является составной частью как физического, так и химического видов поражений.

Акустическое, электромагнитное и частично радиационное поражения имеют общие свойства, обусловленные волновой (лучевой) природой. Направленный перенос энергии в волне или пучке элементарных частиц при воздействии на объекты носит название лучевого поражения. При лучевом поражении используется энергия не вещества, а физических полей.

Несколько видов физического поражения возникают одновременно при взрывах, пожарах, землетрясениях, извержениях вулканов и других явлениях природного и техногенного характера. Все виды такого поражения вызывает ядерный взрыв.

Химическое поражение при ЧС возникает в результате воздействия на объекты химически опасных веществ (ХОВ), в том числе сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ). Эти вещества поражают людей и животных, загрязняют (заражают) почву, воду, воздух, продукты питания, растительность, здания, сооружения, технику и другие объекты техносферы. Вызывая структурные изменения в материалах, они могут приводить к нарушению функционирования технических средств.

Биологическое поражение происходит в результате воздействия на людей и животный мир болезнетворных микробов, токсинов, иных биологически активных веществ, а также энергии происходящих при этом биологических превращений. Это поражение возникает при использовании в военных конфликтах террористических актах биологического оружия, вследствие техногенных аварий и стихийных бедствий, сопровождающихся разрушением биологически опасных объектов техносферы или выбросом в атмосферу, на почву или в водоемы биологически опасных веществ.

Информационно-психологическое поражение — воздействие с помощью средств массовой информации или специальных средств на психическое состояние человека.

Комбинированное поражение в ЧС имеет место в случае одновременного воздействия на объекты различных видов поражений.

Опасные явления и процессы, приводящие к возникновению ЧС, как события случайные могут быть независимыми или зависимыми от внешнего источника опасности. К внешним относятся источники опасностей, присутствие которых не характерно для той сферы, в которой возникает ЧС. Например, экологические ЧС могут возникать из-за хозяйственной деятельности человека в техносфере, а техногенные аварии и катастрофы на объектах экономики — вследствие проявления опасного природного фактора (землетрясение, сильный ветер, снегопад и др.) или конфликтного события (диверсия, забастовка, массовые беспорядки и др.).

К наиболее частым и типичным авариям на предприятиях, классифицируемым как техногенные ЧС, относятся пожары, взрывы емкостей с горючими газами или жидкостями, разрушение и взрывы технологического оборудования, обрушение строительных конструкций, прорывы трубопроводов с газом, нефтью, ХОВ и другими продуктами, разрушение гидротехнических сооружений.

Анализ причин возникновения промышленных аварий и катастроф позволяет объединить их в группы по следующим признакам:

1. Ошибки и недоработки на стадиях проектирования объекта: изыскательские ошибки; проектные недоработки; конструкторские ошибки и недоработки.

2. Некачественное изготовление (строительство) объекта: отступление от заложенных в проектах решений, материалов; нарушение технологии изготовления (строительства); скрытый брак в материалах или сырье, несоответствие их характеристик нормативным требованиям.

3. Эксплуатационно-технические причины: нарушение технологических процессов (отклонения параметров процесса, отклонения в характеристиках сырья и материалов, нарушение технологической дисциплины и др.); изношенность оборудования.

4. Человеческий фактор: нарушение трудовой дисциплины; нарушение правил безопасности проведения работ; психофизиологические причины (ошибки в действиях, усталость, невнимательность и др.).

5. Внешние причины: отклонения параметров энергопитания; погодные факторы; геологические явления; диверсии и др.

Развитие государства и чрезвычайные ситуации катастрофического характера имеют сферы взаимовлияния. Это влияние может быть как позитивным (возможность восстановления производств на базе новейших технологий), так и негативным (повышение риска ЧС — увеличение числа опасных производств и технологий, ограничение развития экономики и социальной сферы). Негативных моментов значительно больше. В целом на развитие государства ЧС оказывают тормозящее действие, которое проявляется в следующем:

происходит потеря ресурсов, используемых на социальное и экономическое развитие;

в зависимости от масштабов катастроф текущие программы развития могут быть прерваны с целью перекачки ресурсов из долгосрочных программ на программы по ликвидации последствий ЧС и осуществление программ реконструкции;

ухудшается инвестиционная картина, возможен рост безработицы и спад рыночного спроса в регионе ЧС, что ведет к стагнации экономики;

оказывается негативное влияние на частный сектор экономики, который несет при этом как прямые, так и косвенные убытки.

Таким образом, проблема защиты населения и территорий от ЧС всех видов является глобальной проблемой и, несомненно, относится к сфере национальной безопасности России.

4.2. Характеристика ЧС техногенного характера

К техногенным относятся ЧС, происхождение которых связано с производственно-хозяйственной деятельностью челове-

ка на объектах техносферы. Как правило, техногенные ЧС возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии.

Базовая классификация ЧС техногенного характера строится по типам и видам чрезвычайных событий, инициирующих ЧС:

- транспортные аварии (катастрофы);
- пожары, взрывы, угроза взрывов;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ;
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- аварии на электроэнергетических системах;
- аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения;
- аварии на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии. **

Чрезвычайные ситуации, вызванные возникновением пожаров и взрывами. Пожары и взрывы объектов промышленности, транспорта, административных зданий, общественного и жилищного фонда наносят значительный материальный ущерб и зачастую приводят к гибели людей.

*s** **Пожар** — это комплекс физико-химических явлений, в основе которых лежат неконтролируемые процессы горения, тепло- и массообмена, сопровождающиеся уничтожением материальных ценностей и создающие опасность для жизни людей.

v_ **Взрыв** — это неконтролируемое освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.

Пожары и взрывы зачастую представляют собой взаимосвязанные явления. Взрывы могут быть вторичными последствиями пожаров как результат сильного нагрева емкостей с горючими газами (ГГ), легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ), горючими жидкостями (ГЖ), а также пылевоздушных смесей (ГП), находящихся в закрытом пространстве помещений, зданий, сооружений. В свою очередь, взрывы, как правило, приводят к возникновению пожара на объекте, так как в результате взрыва образуется сильно нагретый газ (плазма) с очень высоким давлением, который оказывает не только ударное механическое, но и воспламеняющее воздействие на окружающие предметы, в том числе горючие вещества.

Объекты, на которых производятся, хранятся или транспортируются вещества, приобретающие при некоторых условиях способность к возгоранию (взрыву), относятся соответственно к пожаро- или взрывоопасным объектам.

Процесс горения возможен при следующих основных условиях: непрерывное поступление окислителя (кислорода воздуха);

наличие горючего вещества или его непрерывная подача в зону горения;

непрерывное выделение теплоты, необходимой для поддержания горения.

Зона наиболее интенсивного горения, в которой имеются все три условия, называется *очагом пожара*. Процесс развития пожара состоит из следующих фаз:

- распространение горения по площади и пространству;
- активное пламенное горение с постоянной скоростью потери массы горючих веществ;

додогорание тлеющих материалов и конструкций.

Пожар происходит в определенном пространстве (на площади или в объеме), которое условно может быть разделено на зоны горения, теплового воздействия и задымления, не имеющие четких границ.

Зона горения занимает часть пространства, в котором протекают процессы термического разложения твердых горючих материалов (ТГМ) или испарения ЛВЖ и ГЖ, горения ГГ и паров в объеме диффузионного давления пламени.

Зона теплового воздействия представляет собой прилегающее к зоне горения пространство, в пределах которого происходит интенсивный теплообмен между поверхностью пламени, окружающими строительными конструкциями и горючими материалами.

В начальной стадии пожара теплота в основном передается теплопроводностью через металлические строительные конструкции, трубы и инженерные коммуникации. При пожарах в зданиях излучение является основным способом передачи теплоты по всем направлениям до момента интенсивного задымления, когда дым в результате рассеивания и поглощения лучистой энергии ослабляет тепловой поток. В период сильного задымления зоны пожара конвекцией передается значительно больше теплоты, чем иными способами; при этом нагретые до высоких температур газы способны с легкостью вызывать возгорание горючих материалов на пути своего движения: в коридорах, проходах, лифтовых шахтах, лестничных клетках, вентиляционных люках и т.д.

При пожарах на открытых пространствах распространение огня происходит в основном за счет возгорания окружающих горючих веществ при передаче им значительной теплоты излучением. Несмотря на то, что доля теплоты, передаваемой конвекцией, достигает ориентировочно 75 %, значительная ее часть передается верхним слоям атмосферы и не изменяет обстановки на пожаре.

По условиям газообмена и теплообмена с окружающей средой все пожары подразделяются на два обширных класса:

- 1-й класс — пожары на открытом пространстве;
- 2-й класс — пожары в ограждениях.

Пожары 1-го класса условно могут быть разделены на следующие виды:

локальные, или не распространяющиеся, когда их размеры остаются неизменными во времени;

распространяющиеся, когда ширина фронта, периметр или радиус пожара постоянно изменяются по различным направлениям;

отдельные, когда пожаром охвачены отдельные объекты на территории, так что между ними возможны перемещения людей и техники без защиты от теплового воздействия;

сплошные, когда одновременно пожаром охвачено преобладающее число объектов на данной территории, так что передвижение людей и техники через участок пожара невозможно без средств защиты от теплового воздействия;

массовые как совокупность отдельных и сплошных пожаров; огневой шторм как особая форма не распространяющегося сплошного пожара, когда имеется значительный восходящий поток продуктов горения и нагретого воздуха и приток свежего воздуха со скоростью не менее 50 км/ч со всех сторон по направлению к границам огня.

Пожары 2-го класса могут быть двух видов:

открытые, когда их развитие идет при полностью или частично открытых дверных, оконных и вентиляционных проемах;

закрытые, которые протекают при полностью закрытых проемах.

Пожарная опасность объектов техносферы, в которых находятся ТГМ, определяется удельной пожарной нагрузкой g , МДж/м², по формуле

$$g = \sum_{i=1}^n G_i Q_{ки}^p / S,$$

где G_i — количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; $Q_{ки}^p$ — низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг; n — количество видов материалов пожарной нагрузки; S — площадь размещения пожарной нагрузки, м² (не менее 10 м²).

Пожарная нагрузка в помещениях представляет собой различные виды мебели, материалов, инвентаря, оборудования и т.п., а на открытых пространствах — отдельные объекты (здания, штабелю пиломатериалов, емкости и сооружения), материалы в россыпи, растительный покров (трава, кустарник, лес), торфоразработки и т.п.

Пожароопасность горючих материалов (ГГ, ЛВЖ, ГЖ, ГП и ТГМ) определяется их физико-химическими свойствами через систему показателей, включающих температуру вспышки, температуру воспламенения, температуру самовоспламенения, нижний

и верхний пределы распространения пламени, температурные пределы распространения пламени, скорость выгорания, теплоту горения, коэффициент дымообразования и др.

Физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам определяют особенности пожаров. С этой точки зрения пожары подразделяются на следующие классы:

А — пожары ТГМ, в основном органического происхождения;

Б — пожары ГЖ и плавящихся ТГМ;

С — пожары ЛВЖ и ГГ;

Д — пожары металлов и их сплавов;

Е — горение электроустановок.

Взрывопожарная и пожарная опасность помещений и зданий производственного и складского назначений определяется в зависимости от количества и пожаровзрывных свойств горючих веществ, находящихся в них, и особенностей осуществляемых технологических процессов. Нормами пожарной безопасности все производства и помещения подразделяются на категории пожарной опасности А, Б, В1—В4, Г, Д (табл. 4.1, 4.2). Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются по соотношению площадей помещений, имеющих соответствующие категории взрывов и пожароопасности, к общей площади здания.

Таблица 4.1

Категории пожарной опасности производств и помещений

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопасная)	ГГ, ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 °С, в таком количестве, что могут образоваться взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопасная)	ГП, волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, ГЖ в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1—В4 (пожаро-опасные)*	ГЖ, ТГЖ, ТГМ, ТТГМ (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категории А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; ГГ, ГЖ и ТГВ, которые снимаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

*См табл. 4.2.

Таблица 4.2

Характеристика пожарной нагрузки помещений категории В

Категория	Удельная пожарная нагрузка на участке, МДж/м ²
В1	Более 2200
В2	От 1401 до 2200
В3	От 181 до 1400
В4	От 1 до 180

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А не превышает 25 % общей площади здания (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия: здание не относится к категории А; суммарная площадь помещений категории А и Б превышает 5 % общей площади здания или 200 м². Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категории А и Б не превышает 25 % общей площади здания (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Здания относятся к категории В, если одновременно выполнены два условия: здание не относится к категориям А или Б; суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 %

суммарной площади всех помещений (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б). Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % общей площади (но не более 3500 м²) и эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Здания относятся к категории Г, если одновременно выполнены два условия: здания не относятся к категориям А, Б или В; суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % общей площади здания. Допускается не относить здания к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % общей площади (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б и В оборудованы установками пожаротушения.

Здания относятся к категории Д, если они не относятся к категориям А, Б, В или Г.

Пожар представляет большую опасность для здоровья и жизни людей, оказавшихся в зоне его воздействия. Результатами воздействия пожара являются ожоги, травмы и гибель людей. Опасностями пожара являются: повышенная температура окружающей среды; открытый огонь и искры; лучистые тепловые потоки; дымовые газы и токсичные продукты горения; пониженная концентрация кислорода в воздухе; разрушение строительных конструкций; взрывы емкостей с газом и перегретыми парами жидкостей и др.; психофизиологические факторы.

Особую опасность для жизни людей на пожарах представляет воздействие на их организм дымовых газов, содержащих токсичные продукты горения и разложения различных веществ и материалов. Наиболее опасным является продукт неполного горения — оксид углерода, 0,5 %-я концентрация которого вызывает смертельное отравление в течение 20 мин, а при концентрации 1,3 % смерть наступает в результате 2—3 вдохов. При горении полимерных материалов в воздух выделяются такие токсичные соединения, как цианистый водород, фосген, оксид азота, сероводород, хлористый водород и др., незначительные концентрации которых являются смертельными для человека.

Углекислый газ, который является постоянным спутником пожара, менее опасен, так как вызывает реальную опасность для жизни только при концентрациях, достигающих 8—10 %.

Взрывы могут иметь химическую или физическую природу.

При химических взрывах в твердых, жидких, газообразных взрывчатых веществах или аэрозвзвях (мелкодисперсных частиц ГЖ или ГП в воздухе) горючих веществ, находящихся в окислительной среде, с огромной скоростью протекают экзотермические окислительно-восстановительные реакции или реакции термического разложения с выделением тепловой энергии.

Физический взрыв возникает вследствие неконтролируемого высвобождения потенциальной энергии сжатых газов из замкнутых объемов технологического оборудования, трубопроводов и других сосудов, работающих под давлением.

Параметрами, определяющими мощность взрыва, являются энергия взрыва и скорость ее выделения. Энергия взрыва обуславливается физико-химическими превращениями, протекающими при различных видах взрывов.

Основными поражающими факторами взрыва являются ударная волна (воздушная — при взрыве в газовой среде — или гидравлическая — при взрыве в жидкой среде) и осколочные поля.

Осколочные поля — площади территории, поражаемые разлетающимися осколками разорвавшихся объектов и объектов, разрушенных ударной волной. Осколочные поля условно делятся на две зоны. Первая зона определяется площадью круга при ненаправленном взрыве и площадью кругового сектора при направленном взрыве, на которую разлетается до 80 % всех осколков. Вторая зона непосредственно примыкает к первой и определяется площадью падения оставшихся 20 % осколков. Радиус этой зоны превышает радиус первой зоны в 20 и более раз, в зависимости от мощности взрыва.

Воздушная ударная волна образуется за счет энергии, выделенной в центре взрыва, которая приводит к возникновению в нем очень высокой температуры и огромного давления. Продукты взрыва, воздействуя на окружающие слои воздуха, создают в нем затухающее волновое поле, в котором переносятся на значительное расстояние тепловая, акустическая и кинетическая энергии взрыва. В воздушном пространстве образуются подвижные зоны сжатия и разрежения слоев воздуха, давление в которых будет значительно отличаться от нормального атмосферного. По сферической границе зоны сжатия возникает фронт ударной волны.

На объектах техносферы имеют место следующие основные типы взрывов: свободный воздушный, наземный на открытой территории, наземный в непосредственной близости от объекта и взрыв внутри объекта. Характеры распространения воздушных ударных волн при свободном воздушном взрыве (рис. 4.2) и наземном взрыве на открытой территории во многом сходны. В случае наземного взрыва в непосредственной близости от объекта (здания или сооружения) ударная волна подходит сначала к его фронтальной поверхности, затем, обтекая объект, воздействует на него с боков и сзади. Отраженная от преграды ударная волна тормозит движущиеся на фронтальную часть объекта массы воздуха в прямой волне, при этом происходит повышение избыточного давления в 2—8 раз.

Взрыв внутри объекта характерен тем, что ударная волна распространяется в ограниченном преградами объеме помещения,

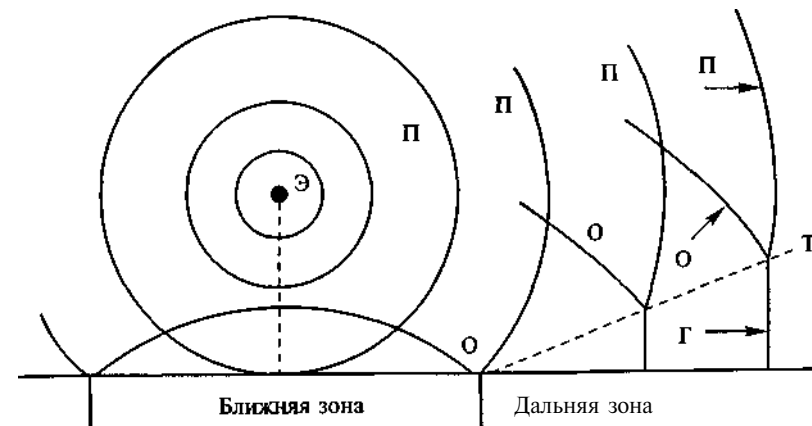


Рис. 4.2. Образование ударной волны при воздушном взрыве:
 Э — эпицентр взрыва; П — фронт падающей волны; Г — фронт головной волны;
 Т — траектория тройной точки; О — фронт отраженной волны

поэтому, с учетом дополнительного давления отражения, его разрушающее действие значительно больше, чем на открытой местности. В общем случае последствия взрыва внутри помещения во многом определяются избыточным давлением, которое создается в момент взрыва. При наличии горючих газов, жидкостей, веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, избыточное давление взрыва AP , кПа, определяется по формуле

$$AP = 100(P_{max} - P_0)mZ / (V_{св} p_{гн} C_{гн} K_n),$$

где P_{max} — максимальное давление взрыва стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, кПа (допускается принимать $P_{max} > 900$ кПа); P_0 — начальное давление, кПа (допускается принимать $P_0 = 101$ кПа); m — масса ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, вышедших в результате аварии в помещение, кг; Z — коэффициент участия горючего во взрыве (допускается принимать следующие значения Z : для водорода — 1,0; других ГГ, кроме водорода, — 0,5; ЛВЖ и ГЖ, нагретых до температуры вспышки и выше, а также ниже с образованием аэрозоля — 0,3; ЛВЖ и ГЖ, нагретых ниже температуры вспышки при отсутствии возможности образования аэрозоля, — 0); $V_{св}$ — свободный объем помещения, м³; $p_{гн}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре, кг-м⁻³; $C_{гн}$ — стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, %; K_n — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения (допускается принимать $K_n = 3$).

Характер и степень поражения людей зависят от мощности взрыва и степени их защищенности. Избыточное давление во фронте воздушной ударной волны, не превышающее 10 кПа, считается

безопасным для находящихся на открытой местности людей, хотя и в этом случае они могут получить тяжелые или смертельные поражения разлетающимися осколками. Поэтому такое давление является определяющим при расчете осколочных полей. При избыточном давлении 35 кПа плотность летящих со скоростью до 50 м/с обломков и камней может достигать 3 500 единиц на 1 м². Давление, создающееся при таком взрыве, может поднимать в воздух части объекта весом несколько сотен килограммов. Ущерб, причиняемый ударной волной жилым и промышленным зданиям, может носить характер полных разрушений при избыточном давлении более 50 кПа, сильных — при 50—30 кПа; средних — при 30—20 кПа; слабых — при 20—10 кПа.

Радиоактивное загрязнение территорий. Беспорядочное распределение РВ на ограниченной площади вследствие выброса их в атмосферу и последующего оседания на поверхность земли или иных причин носит название *радиоактивного загрязнения территорий*. Происходит оно в результате ядерного взрыва, аварии на ядерной энергетической установке или из-за безответственного хранения и халатного обращения с РВ в медицине, научных учреждениях и промышленности.

Радиоактивному загрязнению подвергается все: местность, растительность, люди, животные, здания и сооружения, транспорт и техника, приборы и оборудование, продукты питания, фураж и вода. Загрязняются как наружные поверхности строений, так и все то, что находится внутри жилых и производственных зданий и помещений.

При первичном загрязнении РВ наиболее крупные радиоактивные частицы оседают на землю в ближайшем окружении источника загрязнения; мелкие частицы в виде пыли разносятся потоками воздуха в квартиры, на чердаки, в подвалы, склады, дворовые постройки, кабины машин и т.д.; самые мелкие частицы в виде аэрозолей переносятся радиоактивными облаками на большие расстояния, попадая в органы дыхания человека.

Так как идеально ровных и плотных поверхностей практически не существует, то РВ проникают в щели, трещины, выступы, различные поры. Шиферные крыши, асфальт, кирпичные стены как бы впитывают в себя радиоактивную пыль. Чем дольше длится процесс загрязнения, тем глубже проникают радионуклиды в поверхностный слой. Дожди, работа червей и муравьев увеличивают глубину загрязнения почвы до 30 см.

Значительное ухудшение радиоактивной обстановки происходит в период так называемого вторичного загрязнения. На чистую местность РВ переносятся автомобилями, людьми и животными, а также ветром.

Вторичное загрязнение получают самосвалы, бульдозеры, погрузчики — вся техника, которая была задействована на снятии и

перевозке загрязненного грунта. Основным источником вторичного загрязнения является пыль, которая образуется при движении наземного транспорта, особенно по проселочным дорогам, при снятии загрязненного грунта, взлете и посадке вертолетов. Пыль поднимается с поверхности земли сильным ветром и переносится на большие расстояния. При пожарах на первично загрязненной территории радионуклиды, превращаясь в дым и золу, переносятся потоками воздуха, загрязняя воздух и поверхность земли. За счет вторичных процессов зона загрязнения значительно расширяется, а один и тот же объект может загрязняться несколько раз.

По своим масштабам и тяжести последствий наиболее опасны в мирное время аварии на ядерных энергетических установках электростанций, промышленных установках народно-хозяйственных и военных объектов, кораблях и подводных лодках военного и гражданского флотов.

К настоящему времени только на атомных электростанциях (АЭС) зафиксировано более 150 аварий с утечкой радиоактивности.

Самый большой выброс РВ произошел при аварии на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. К 6 мая 1986 г. он составил 63 кг, что соответствует 3,5% общего количества радионуклидов в реакторе на момент аварии. Выброс оказался эквивалентным действию примерно 85 атомных бомб мощностью по 20 кт. Одна такая бомба во время Второй мировой войны была сброшена американцами на японский город Хиросима, полностью уничтожив его. Во время аварии и сразу после нее от радиационного заражения погибли 29 чел.; у 208 чел. была диагностирована острая лучевая болезнь; десятки тысяч человек, принимавших участие в ликвидации последствий аварии, получили ту или иную дозу облучения, стали инвалидами. Из зон, ближайших к АЭС, было эвакуировано 115 тыс. чел., йодной профилактикой было охвачено 5,4 млн чел. На больших площадях Украины, Белоруссии и России оказались загрязненными сельскохозяйственные угодья, грибы и ягоды. Радиоактивные облака пересекли границы Польши, Швеции, Финляндии, Болгарии, Румынии и других стран. Наибольший уровень загрязненности отмечался по радиоактивному следу в Польше и Швеции.

Суммарные потери народного хозяйства только при проведении [иквидационных работ превысили 8 млрд руб. (в ценах 1986 г.), компенсационные выплаты пострадавшим от аварии регионам ежегодно закладываются в бюджет Российской Федерации.

При изучении ЧС данного вида пользуются следующими понятиями, определениями, показателями и единицами измерения.

Радиационно-опасный объект (РОО) — научный, промышленный, оборонный объект, в том числе транспортный и военный

корабль, при авариях или разрушениях которого могут произойти массовое радиационное поражение людей, животных, растений и радиоактивное заражение территории.

Радионуклиды (радиоактивные нуклиды) — любые атомы, отличающиеся составами ядер, т. е. либо числом нуклонов, либо при одинаковом числе нуклонов различными соотношениями между числом протонов и нейтронов (общее название протонов и нейтронов — нуклон).

Ионизирующее излучение (ИИ) — поток элементарных частиц и квантов электромагнитной энергии, прохождение которого через вещество приводит к ионизации (образованию в этом веществе разнополярных ионов) и возбуждению его атомов или молекул. На Землю ИИ попадают в виде космических лучей, возникают в результате радиоактивного распада атомных ядер (α - и β -частицы и γ -лучи), создаются искусственно на ускорителях заряженных частиц.

Альфа(α)-частицы — ядра атомов гелия, содержащие по 2 протона и 2 нейтрона. Образовавшаяся при распаде активного α -изотопа α -частица, обладая большой энергией (около 8 МэВ) и высокой скоростью (около 20 000 км/с), в воздухе проходит путь длиной 7—9 см, образуя при этом около 220 000 пар ионов. Длина пути α -частиц в жидких и твердых телах составляет несколько микрометров.

Бета(β)-частицы — быстрые электроны или позитроны (позитронный распад встречается очень редко). Электрон (β -частица), имея энергию 0,015—12 МэВ и двигаясь со скоростью, близкой к скорости света, ввиду малой массы обладает значительно меньшей ионизирующей способностью: на 1 см пути пробега в воздухе образуется всего 50—70 пар ионов. В воздухе β -частицы со скоростью 270 000 км/с проходят 2—3 м; в дереве — 2,5 мм; в воде — 2 мм; в алюминии — 0,9 мм. Интенсивность потока β -частиц ослабляется ориентировочно в 2 раза при прохождении через хлопчатобумажную или шерстяную ткань.

Гамма(γ)-лучи — это коротковолновые электромагнитные излучения с длиной волны не больше одной десятиллиардной доли метра, возникающие при распаде радиоактивных ядер и элементарных частиц, при взаимодействии быстрых заряженных частиц с веществом, а также при уничтожении электронно-позитронных пар.

Гамма(γ)-кванты в десятки раз менее интенсивно ионизируют окружающую среду, чем β -частицы, но обладают большей проникающей способностью (в сотни раз большей, чем у β -частиц и в десятки раз большей, чем у α -частиц).

Рентгеновские лучи — электромагнитное излучение с длиной волны от одной десятиллионной до одной стотриллионной доли метра. По интенсивности проникновения они не уступают

γ -лучам, но обладают несколько меньшей ионизирующей способностью.

Для характеристики ионизирующих излучений и их действия на людей введены следующие термины и определения.

Экспозиционная доза — мера ионизационного действия фотонного излучения, определяемая по ионизации воздуха в условиях электромагнитного равновесия. В системе СИ экспозиционная доза измеряется в кулонах на килограмм (Кл/кг); внесистемная единица — рентген (Р): $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$.

Поглощенная доза (D) — энергия радиоактивного излучения, поглощенная единицей массы облучаемого вещества или человеком. Чем продолжительнее время облучения, тем больше доза. Единицей измерения поглощенной дозы излучения является грей (Гр): $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Поглощенная доза излучения является основной физической величиной, определяющей степень радиоактивного воздействия.

Эквивалентная доза (H) — это понятие введено для количественного учета неблагоприятного биологического воздействия различных видов излучений. Эквивалентная доза измеряется в зивертах (Зв) и определяется по формуле

$$H = DW,$$

где D — поглощенная доза, Гр; W — коэффициент качества излучения (для γ -, β - и рентгеновских лучей $W = 1$; для α -частиц $W = 20$).

Эффективная доза (E) — величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Эффективная доза рассчитывается по формуле

$$E = \sum W_j H_j,$$

где W_j — взвешивающий коэффициент для органа или ткани.

В соответствии с нормами радиационной безопасности (НРБ-99) в организме человека выделены следующие группы критических органов: 1-я группа — половые железы (гонады) — $W_1 = 0,2$; 2-я группа — костный мозг, толстый кишечник, легкие, желудок — $W_2 = 0,12$; 3-я группа — печень, мочевой пузырь, грудные железы, пищевод, щитовидная железа — $W_3 = 0,05$ и др.

Эффективная (эквивалентная) годовая доза — сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год, $\text{м}^3/\text{год}$.

Мощность дозы — приращение дозы в единицу времени, $\text{м}^3/\text{час}$.

Количество РВ, по тем или иным причинам оказавшихся на местности в пределах рассматриваемой территории, принято оценивать по их активности.

Активность — это число распадов в единицу времени, единица измерения — Беккерель (Бк). Каждому радиоактивному изотопу присуща своя активность, которая характеризуется либо постоянной радиоактивного распада λ , либо периодом полураспада $T_{1/2}$. Чем больше период полураспада, тем менее активен данный радионуклид, и наоборот. Наиболее опасны РВ, период полураспада которых близок к продолжительности жизни человека.

Влияние радиационного излучения на человека зависит от ионизирующей и проникающей способности РВ.

α -излучение обладает высокой ионизирующей и слабой проникающей способностями. Обыкновенная одежда и ватно-марлевая повязка, закрывающая рот и нос, полностью защищают человека. Самым опасным является попадание α -частиц в организм с воздухом, водой и пищей.

β -излучение имеет меньшую ионизирующую, но большую, чем α -излучение, проникающую способность. Одежда и марлевая повязка уже не могут защитить человека полностью, необходимо использовать любое укрытие из плотных материалов (дерево, металл, бетон и др.).

γ - и нейтронное излучения обладают наибольшей проникающей способностью, поэтому защиту от них могут обеспечить только убежища с достаточно толстыми бетонными перекрытиями, противорадиационные укрытия.

В начальный период аварии на РОО наибольшую долю негативного воздействия на человека оказывают радионуклиды с коротким периодом полураспада (до двух месяцев). В последующем наблюдается спад радиоактивности с медленным понижением уровня за счет нуклидов с большим периодом полураспада — от нескольких суток до тысячи лет. К таким РВ относятся цезий-137, стронций-90, плутоний-239 и др.

Действие ионизирующего излучения заключается в поражении живых клеток организма и возникновении лучевой болезни. Тяжесть поражения зависит от дозы излучения, времени, в течение которого эта доза получена, площади облученного тела, общего состояния организма.

Самыми чувствительными к воздействию радиации являются клетки постоянно обновляющихся (дифференцирующихся) тканей и органов.

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) устанавливают для различных категорий лиц предельные дозы облучения (предельно допустимые дозы — ПДД), которые не вызывают в здоровом состоянии неблагоприятных изменений (табл. 4.3). К таким категориям относятся:

персонал (группа А) — лица, работающие с источниками ионизирующего излучения;

персонал (группа Б) — лица, находящиеся в сфере воздействия источников ионизирующего излучения;

все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Таблица 4.3

Основные пределы доз ионизирующего облучения человека

Нормируемые величины	Пределы доз, мЗв	
	Персонал (группа А)*	Население
Эффективная доза	20 мЗв в 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 глаза	150	15
на коже**	500	50
на кистях и стопах	500	50

*Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни облучения персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А.

**Относится к среднему по площади в 1 см² значению в покровном слое толщиной 5 мг/см². На ладонях толщина покровного слоя — 40 мг/см².

Чрезвычайные ситуации загрязнения атмосферы и территорий химически опасными веществами. С каждым годом значительно увеличивается количество химических препаратов, применяемых в промышленности, быту и сельском хозяйстве. Многие из них токсичны и вредны. При проливе или выбросе в окружающую среду они способны вызвать массовые поражения людей и животных с тяжелыми последствиями, приводят к загрязнению воздуха, воды, почвы, растений, и поэтому они называются химически опасными веществами. К ХОВ относятся все СДЯВ. В нормальных условиях хранения ХОВ могут находиться в твердом, жидком и газообразном состояниях. В большинстве случаев они являются жидкостями или газами.

При аварии емкостей, в которых находились ХОВ в жидком состоянии при атмосферном давлении, происходит разлив жидкости с дальнейшим испарением, проникновением в глубокие слои почвы, подвалы, низкие участки местности, водоемы. В случае повреждения емкостей с ХОВ в виде сжатых жидкостей или газов последние выбрасываются в атмосферу, образуя пар, газ или аэрозоли.

На организм человека ХОВ воздействуют по-разному, проникая через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожу и

слизистые оболочки. В зависимости от негативного воздействия ХОВ могут быть разделены на следующие группы:

преимущественно удушающего действия (хлор, фосген, хлорпикрин и др.);

общеядовитого действия (окись углерода, цианистый водород и др.);

удушающего и общеядовитого действия (амил, оксид азота, сернистый ангидрид, фтористый водород и др.);

нейтронного действия, т. е. влияющие на генерацию, проведение и передачу нервных импульсов (сероуглерод, тетраэтилсвинец и др.);

удушающего и нейтронного действия (аммиак, гептил, гидразин и др.);

метаболические, т. е. нарушающие обмен веществ в организме (окись этилена, дихлорэтан, диоксин и др.).

Для характеристики токсичности все ХОВ, находящиеся в воздухе, разделены на 4 класса: 1-й класс — чрезвычайно опасные, 2-й класс — высокоопасные, 3-й класс — умеренно опасные, 4-й класс — малоопасные.

Класс опасности устанавливается в зависимости от дозы или концентрации, вызывающей хроническое, острое или смертельное действие. Большинство СДЯВ относятся к 1 и 2-му классам.

Количественно поражающее действие ХОВ определяется предельно допустимой концентрацией и токсикодозой.

Значение ПДК установлены для нормальных условий трудового процесса или жизнедеятельности, при котором человек подвергается воздействию вредных веществ не менее 8 ч в сутки. Вследствие этого ПДК не может использоваться для оценки опасности аварийных ситуаций с выбросом ХОВ. Для условий аварии применяется оценка в виде токсодозы.

Токсодоза — количество вещества, вызывающее токсический эффект.

При поступлении ХОВ через органы дыхания токсикодозу определяют как произведение концентрации этого вещества C во вдыхаемом воздухе на время воздействия t , мг-мин/л.

При проникновении ХОВ через кожу, желудочно-кишечный тракт или кровяной поток токсодоза определяется количеством этого вещества D , приходящегося на 1 кг массы человека, мг/кг.

Различают следующие токсодозы:

$/C/50$ — средняя смертельная, вызывающая летальный исход у 50 % пострадавших;

$/C/50$ — средняя, выводящая из строя 50 % пострадавших;

$PO50$ — средняя пороговая, вызывающая начальные симптомы поражения у 50 % пострадавших.

По токсичности все вещества подразделяются на следующие группы:

чрезвычайно токсичные ($/C/50 < 1$ мг-мин/л);

высокотоксичные ($/C/50 = 1 \dots 5$ мг-мин/л);

сильнотоксичные ($/C/50 = 6 \dots 20$ мг-мин/л);

умереннотоксичные ($/C/50 = 21 \dots 160$ мг-мин/л);

практически нетоксичные ($/C/50 > 160$ мг-мин/л).

Предприятие или иной объект народного хозяйства, при авариях и разрушениях которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений ХОВ, называется *химически опасным объектом* (ХОО).

Крупными запасами ХОВ располагают предприятия химической, целлюлозно-бумажной, оборонной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии, по производству минеральных удобрений. Значительное количество ХОВ, таких как хлор и аммиак, сосредоточено на объектах пищевой и мясомолочной промышленности, холодильниках хранилищ и предприятий оптовой торговли, в жилищно-коммунальном хозяйстве.

В большинстве случаев при аварии и разрушении емкости с ХОВ давление в ней падает до атмосферного, в результате чего жидкое вещество вскипает, преобразуется в пар, газ или аэрозоль и начинает выделяться в атмосферу. Ядовитое облако, возникшее в момент разрушения емкости в первые три минуты, называется *первичным облаком зараженного воздуха*. Оно распределяется на определенной площади, образуя первичную зону заражения. Оставшаяся часть жидкости растекается по близлежащей поверхности и, постепенно испаряясь, создает вторичное облако зараженного воздуха, которое накрывает значительно меньшую площадь, чем первичное.

Глубина первичной зоны заражения и зоны ЧС, проявившейся в результате аварии, зависит от концентрации ХОВ, скорости ветра, температуры почвы и воздуха, воздушных вертикальных потоков, влажности и др. Например, при скорости ветра 1 м/с облако от места аварии удаляется на 5—7 км, при 2 м/с — на 10—14 км, а при 3 м/с — на 16—21 км. Значительная скорость ветра (до 6 м/с и более) способствует быстрому рассеиванию облака и снижению концентрации ХОВ по глубине зоны.

Продолжительность химического заражения приземного слоя воздуха парами, газами и аэрозолями ХОВ при отсутствии подпитки от испарения разлившейся жидкости может колебаться от нескольких десятков минут до нескольких суток. Продолжительность заражения местности, техники и строений ХОВ в грубодисперсном аэрозольном, капельном или жидком состоянии может составлять от нескольких часов до нескольких месяцев. Опасные концентрации СДЯВ в непроточных водоемах сохраняются от нескольких часов до нескольких месяцев или даже лет (например, при заражении диоксином); в реках — от двух до

четырёх суток; в проточных каналах, реках, ручьях — в течение одного часа. Стойкость заражения ХОВ тупиковых улиц, закрытых дворов, подвальных помещений в центральных частях города значительно выше, чем на периферии или открытой местности.

4.3. Чрезвычайные ситуации природного характера

Начиная с 80-х гг. XX в. и по настоящее время, наблюдается устойчивая тенденция к неуклонному росту количества и разрушительной силы стихийных бедствий. По мнению ученых многих стран мира, это связано с нарушением экологического равновесия в природе.

Территория России подвержена комплексному воздействию более 30 видов опасных природных явлений, развитие которых приводит к возникновению катастроф и стихийных бедствий, наносящих стране колоссальный материальный ущерб и приводящих к многочисленным человеческим жертвам.

Природные пожары. К природным относятся лесные, степные и торфяные пожары. Эти пожары весьма распространены, особенно в засушливое летнее время. Для возникновения пожаров в лесах и степях благоприятной считается относительная влажность поверхности земли 17 — 20 %.

Лесные пожары уничтожают деревья и кустарники, заготовленную древесину, строения и сооружения. Они возникают от молний, самовозгорания, при неосмотрительном обращении с огнем, нарушении правил пожарной безопасности при ведении работ, от искр из выхлопных труб транспортных средств и целого ряда других техногенных причин. Лесные пожары развиваются очень быстро. Из-за ветров они с большой скоростью распространяются на огромные территории. Ослабленные или уничтоженные пожаром лесные угодья становятся очагами распространения вредных заболеваний, снижаются их водоохранные и другие полезные функции. Народное хозяйство несет огромные убытки из-за непоставок деловой древесины. Лесные пожары подразделяются на верховые и низовые.

Верховые пожары, возникающие, как правило, от низовых, охватывают стволы и кроны деревьев. Однако при загорании от молний могут возникнуть так называемые вершинные пожары, когда сгорает лишь крона деревьев и огонь распространяется сначала со скоростью от 0,2 до 5 км/ч. Обычно при верховом пожаре огонь движется сплошной стеной, поднимаясь над лесом до 100 и более метров и образуя плотный огонь пожара. Скорость распространения верхового пожара определяется плотностью лесных насаждений и скоростью ветра.

Низовые пожары развиваются в результате сгорания кустарников, подлеска, живого (мхов, лишайников, травянистых растений) и мертвого (опавших листьев, хвои, коры, валежника) надпочвенных покровов, при этом обнажаются и обгорают корни деревьев, деревья погибают, рушатся и образуют завалы. Скорость распространения таких пожаров — от нескольких сотен метров до нескольких километров в час.

Степные пожары имеют вид горячей полосы (кромки) по периметру возгорания. При сильном ветре фронт огня может передвигаться со скоростью до 30 км/ч, а в гористой местности — до 50 км/ч.

Торфяные пожары возникают на торфяных болотах и торфо-разработках от самовозгорания, любой искры в сухую погоду или в результате нарушения правил эксплуатации оборудования. Торфяные пожары охватывают громадные площади. Огонь распространяется неравномерно со скоростью несколько метров в сутки, обходя места с повышенной влажностью, поэтому в выгоревшем торфе образуются пустоты, в которые могут провалиться люди и техника. Торфяные пожары трудно тушатся. Пожар, продолвшийся до осени, может после зимы разгореться с новой силой за счет тлеющих под снегом и льдом слоев торфа.

К стихийным бедствиям, связанным с геологическими явлениями, относятся землетрясения, извержения вулканов, оползни, сели, лавины, карстовые просадки земной поверхности, обвалы и др. Чрезвычайные ситуации гидрологического характера на суше вызываются такими опасными природными явлениями, как наводнение, половодье, дождевые паводки, заторы на реках и др.

Землетрясение. Оно представляет собой подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате одномоментных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на значительные расстояния в виде упругих колебаний.

Центр очага землетрясения (гипоцентр) располагается в толще Земли на глубине до 30 км, в отдельных случаях — до 750 км. Его проекция на земную поверхность носит название эпицентра. Волновые колебания расходятся из эпицентра расширяющимися кругами. Продолжительность колебаний грунта — от 20 до 90 с.

При землетрясении обычно наблюдается несколько толчков, среди которых один, называемый главным, имеет наибольшую силу. Последующие толчки, несмотря на то, что по силе уступают главному, зачастую оказывают на людей более тяжелое психическое воздействие, как бы предвещающая новую неотвратимую беду. Силу толчков оценивают по шкале Рихтера, которая представляет собой сейсмическую шкалу магнитуд, основанную на оценке энергии землетрясения, или по шкале Меркалли, учитывающей интенсивность землетрясения.

Магнитуда — величина, соответствующая десятичному логарифму максимальной амплитуды колебаний маятника сейсмографа (в микронах) в 100 км от эпицентра землетрясения. Магнитуда характеризует выход сейсмической энергии только в эпицентре землетрясения.

Интенсивность землетрясения — понятие, определяющее степень ущерба, нанесенного подземной стихией в данном конкретном месте. Интенсивность землетрясения зависит не только от величины сейсмической энергии, но и от других факторов: расстояния от эпицентра, свойств грунта, прочностных показателей строительных конструкций и др.

Шкала Рихтера охватывает 9 магнитуд, шкала Меркалли — 12 баллов. Магнитуды принято обозначать арабскими цифрами, а интенсивность — римскими. В России принята модификация шкалы Меркалли — международная 12-балльная шкала MSK—64. Соотношение между сейсмической энергией и интенсивностью землетрясения показано в табл. 4.4, а характеристика землетрясений по 12-балльной шкале дана в табл. 4.5.

Таблица 4.4

Соотношение между шкалой Рихтера и MSK—64

Магнитуда по шкале Рихтера	1,0-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	7,0-7,9	8,0-9,0
Интенсивность по шкале MSK—64	I—III	IV-V	VI-VII	VIII—IX	IX-X	XI—XII

Число жертв при землетрясениях зависит от многих причин. Даже при землетрясениях одной силы оно различно и обусловлено такими факторами, как характер местности, плотность застройки населенных пунктов, этажность и сейсмоустойчивость зданий, время суток и др. Ориентировочное соотношение погибших и раненых при землетрясениях составляет в среднем 1:3, а легко- и тяжелораненых — 10:1. Как правило, пострадавшие получают механические повреждения различных частей тела и головы (до 70 % приходится на травмы мягких тканей, около 40 % — на черепно-мозговые травмы, до 21 % — на переломы позвоночника, таза, грудной клетки и конечностей), синдром длительного сдавливания, реактивные психозы и психоневрозы.

Землетрясения происходят достаточно часто, но неравномерно во временных и географических координатах. Ежегодно в мире регистрируется более 100 тыс. землетрясений силой от 3 до 5 баллов и около 100 землетрясений силой от 6 до 6,5 баллов по шкале Рихтера. На страны СНГ в среднем приходится около 500, а на Японию — 7 500 таких землетрясений в год.

Характеристика землетрясений по 12-балльной шкале

Баллы	Качественная оценка	Характеристика последствий
До IV	Слабое	Ощущается во всем здании или на верхних этажах как мелкое дрожание. Качаются люстры, звенят стеклянные изделия, стекла в окнах и дверях
IV—V	Умеренное	Трещины в не несущих стенах, частичное обрушение штукатурки, повреждение остекления
VI—VII	Сильное	Трещины в наружных стенах не сейсмостойких зданий, заклинивание дверей, частичное обрушение внутренних конструкций. Людям трудно устоять на ногах
VIII	Очень сильное	Значительные повреждения не сейсмостойких зданий, разрывы подземных трубопроводов, большие трещины на земле. Люди в спешке покидают здания
IX—X	Разрушительное	Сейсмоустойчивые здания получают частичные разрушения, прочие полностью рушатся. Обрушение дымовых труб, памятников, опорных конструкций, искривление рельсовых путей. Наблюдаются горные обвалы, оползни. Животные в большом беспокойстве. Панические настроения у населения
XI—XII	Катастрофическое	Общее разрушение зданий и сооружений. Железные и автомобильные дороги приходят в полную негодность. Большие изменения ландшафта, многочисленные трещины на земле и вертикальный сдвиг пластов. Значительная часть населения гибнет от оползней, обвалов или под обломками зданий

Оползень. Это скользящее смещение вниз по склону под действием сил тяжести больших масс грунта или горных пород. Оползни возникают на участках склона вследствие нарушения равновесного состояния пород. В какой-то момент из-за подмыва склона водой, ослабления прочности пород, переувлажнения грунта осадками или подземными водами, сейсмических толчков, производства взрывных, земляных, карьерных и других видов работ, а также иных причин вся масса грунта и пород приходит в движение, вызывая завалы, разрушения дорог и коммуникаций, на-

крытая отдельные дома или целые населенные пункты, расположенные у подножья гор, плотным, высоким слоем обломочных пород, глины и песка.

В России наиболее часто оползни происходят на Северном Кавказе, побережье Черного моря, по берегам крупных рек с высокими крутыми берегами. Оползни могут возникать и на окраинах жилых массивов городов (там, где дома стоят близко к кромкам оврагов).

По мощности переносимого грунта оползни подразделяются на очень крупные (с выносом более 1 млн м³ смеси пород и материалов); крупные (от 100 тыс. до 1 млн м³); средние (от 10 тыс. до 100 тыс. м³); малые (с выносом менее 10 тыс. м³ смеси пород и материалов).

Наводнение. Это временное затопление значительной территории в результате действия природных сил. Различают две группы природных явлений, лежащих в основе появления наводнений:

1) выпадение обильных осадков, обильное таяние снегов или ледников;

2) воздействие нагонного ветра.

В первом случае уровень рек, озер и водохранилищ повышается из-за большого дополнительного притока воды, приводящего к образованию при ледоходе заторов. При прорыве заторов и плотин происходит перемещение огромных масс воды с большой скоростью и образуется волна значительной высоты. Волна прорыва, несущая на себе ледяные глыбы, сносит мосты, прибрежные строения, разрушает дороги, затапливает населенные пункты. Гибнут люди и скот, а десятки или сотни тысяч жителей остаются без крова. Такая ситуация имела место в начале лета 2001 г. в г. Ленске (Якутия), когда из-за двух прорывных волн, пришедших с интервалом в несколько дней, уровень воды поднялся в 2 раза выше максимальной отметки, установленной за прошлые годы. Многие деревянные дома были унесены водой, практически весь город оказался затопленным, имелись человеческие жертвы. Более 30 тыс. человек лишились своих жилищ.

Во втором случае наводнение возникает в прибрежных районах, где крупные реки впадают в море. Нагонный ветер задерживает продвижение речной воды в море, что резко повышает ее уровень в реке. Наводнения такого рода очень часты в Санкт-Петербурге. За время своего существования город пережил более 240 наводнений; при этом уровень воды поднимался выше нормы более чем на 4 м. Значительная часть улиц, выходящих к Неве и каналам, при больших наводнениях оказывается под водой, нарушается работа транспорта, город несет огромные материальные потери.

По видам наводнения классифицируют на низкие (малые), высокие (большие), выдающиеся и катастрофические. Частота

наводнений различна в разных географических регионах. Мировая статистика показывает, что низкие наводнения повторяются через 5—10 лет, высокие — через 15—25 лет, выдающиеся — происходят, в среднем, 1 раз в 50—100 лет, а катастрофические — не чаще 1 раза в 100—200 лет.

Все наводнения, как правило, приводят к ухудшению условий жизнедеятельности населения на больших территориях, нарушению инфраструктуры района затопления (разрушению объектов, дорог, линий электропередач, затоплению сельскохозяйственных угодий и т.д.), а катастрофические — к большому числу погибших. Негативные последствия наводнения резко увеличиваются, если оно сопровождается такими стихийными явлениями, как цунами, циклон, ураган и др.

Частыми спутниками наводнений являются массовые кишечные инфекции и отравления, которые возникают вследствие разрушения очистных сооружений, складов с минеральными удобрениями и иными химически опасными веществами, падежа скота и других причин.

Ураган, буря, шквал, смерч. Это опасные природные явления метеорологического характера.

Ураганом называется ветер большой разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого составляет от 25 до 32 м/с и более (12 баллов по шкале Бофорта). Фронт урагана простирается до 500 км, а путь, который он проходит, составляет сотни километров. Ураганы зарождаются в тропиках (тропические ураганы) и иных широтах, над сушей и над океаном. Последние называются тайфунами. Ураганы являются одной из самых мощных сил стихии и по своему поражающему воздействию не уступают землетрясениям. Количество энергии, которую несет в себе средний по мощности ураган, сопоставимо с энергией ядерного взрыва в 30—40 Гт.

На своем пути ураганный ветер ломает и вырывает с корнем деревья, сносит крыши с многоэтажных зданий, разрушает легкие строения, башни и дымовые трубы, опустошает сельскохозяйственные угодья, топит корабли, повреждает транспортные магистрали и линии коммуникаций, на побережьях создает волны высотой до 30 м. Часто ураганы, особенно тропические и тайфуны, сопровождаются сильными ливнями, которые являются причинами селевых (грязекаменных или глинистых) потоков и оползней.

Буря — разновидность урагана с несколько меньшей скоростью ветра (от 20 до 25 м/с).

Шквал — кратковременное усиление ветра до скорости 20—30 м/с, *шквальные бури* — кратковременные бури, а *шторм* — бури на водных просторах. Бури и шквалы обладают значительно меньшей разрушительной мощностью, чем ураганы, тем не менее,

они могут причинять населению, техносфере и природной среде существенный ущерб.

Различают бури вихревые и потоковые. Первые обусловлены циклонической деятельностью и распространяются на большие площади, вторые — проявляются вследствие местных метеорологических событий и охватывают небольшие пространства. По силе потоковые бури уступают вихревым.

Вихревые бури бывают снежными (метель, пурга, буран) и пыльными, потоковые — струевыми (поток воздуха движется горизонтально или поднимается вверх) и стоковыми (поток воздуха движется сверху вниз), которые чаще всего происходят в долинах между цепями гор.

Смерч (торнадо) — атмосферный вихрь, возникающий в грозовом облаке и распространяющийся в виде воронкообразного рукава к поверхности суши или моря. Нижняя часть смерча может также приобретать форму перевернутой воронки. Высота смерча может достигать 1500 м, а скорость движения воздуха в нем — 500 м/с. Воздух в столбе смерча поднимается по спирали вверх, образуя внутри столба зону пониженного давления. За счет разрежения происходит эффект гигантского пылесоса. Смерч втягивает в себя, разрушает, поднимает над поверхностью земли и переносит на большие расстояния все, что попадает на его пути: машины, людей, скот, крыши домов и др.

Смерчи обычно возникают в теплом секторе циклона и движутся с ним со скоростью 10—20 м/с, проходя иногда путь в сотни километров. В ряде штатов США мощные торнадо возникают достаточно регулярно, в России также часты эти явления природы.

Поражающие факторы урагана, бури, шквала и смерча имеют один характер. Непосредственными причинами гибели людей являются механические травмы, асфиксия от высокого давления или, что характерно для смерча, разрыв внутренних органов из-за низкого внешнего давления.

В настоящее время ураганы, бури и смерчи достаточно точно прогнозируются метеорологическими службами, что позволяет при надлежащем своевременном оповещении населения, экипажей судов и администраций предприятий принимать предупредительные меры для защиты людей и снижения материального ущерба.

4.4. Чрезвычайные ситуации военного характера

Несмотря на значительную разрядку военной напряженности, геополитическая обстановка в мире по-прежнему нестабильна. В различных районах мира возникают вооруженные конфликты,

очаги противостояния, в которые вовлекаются крупнейшие и сильнейшие державы. Современный уровень вооружения ведущих государств таков, что в случае перерастания локальных инцидентов в войну способен привести к огромным, по существу сплошным, разрушениям всей инфраструктуры городов, массовым человеческим жертвам, огненным бурям с последующим радиоактивным и химическим заражением всей или почти всей территории противоборствующих стран.

По мнению специалистов, в настоящее время и ближайшем будущем реальную угрозу для России представляют локальные войны и вооруженные конфликты, которые при определенных условиях могут перерасти в региональную войну.

Характерными чертами современных военных конфликтов являются:

- возможность ограниченного применения ядерного оружия;
- массированное применение высокоточного оружия, оружия на новых поражающих принципах, средств радиоэлектронной борьбы;
- возрастающая роль аэромобильных сил, воздушных десантов, войск специального назначения, космического нападения;
- массированное информационное воздействие;
- огневое поражение важнейших объектов и элементов инфраструктуры страны;

террористический характер вооруженной борьбы, стирание грани между военным конфликтом и войной. Постоянная угроза перерастания локального конфликта в войну регионального масштаба.

Возможные последствия современных военных конфликтов для населения и территории страны:

- большое количество человеческих жертв;
- массированное психологическое информационное воздействие;
- нарушение систем управления, паралич экономики в отдельных регионах страны или стране в целом;
- разрушение систем жизнеобеспечения населения;
- разрушение объектов техносферы, нарушение окружающей природной среды;
- появление масштабных очагов поражения от вторичных факторов.

Защита населения и территорий от оружия массового поражения (ОМП) остается актуальной проблемой. Принятые в последние годы решения о сокращении ядерных потенциалов, запрещении и уничтожении химического оружия снижают вероятность применения средств массового поражения в современных войнах, но полностью ее не исключают.

В концепциях современных войн значительная роль отводится оружию высокоточному обычному и основанному на новых принципах поражения, прежде всего не летального воздействия. К нему относятся следующие виды:

лазерное оружие;
источники некогерентного света;
СВЧ-оружие;
средства радиоэлектронной борьбы;
инфразвуковое оружие;
высокоточное оружие нового поколения (интеллектуальные боеприпасы);
метеорологическое, геофизическое оружие;
биологическое оружие нового поколения, включая биотехнологические и психотропные средства;
химическое оружие нового поколения;
оружие электромагнитного импульса;
парапсихологические методы.

Важной тенденцией военной стратегии является переход от контактных действий к дистанционным, при которых ущерб противоборствующей стороне наносится средствами дальнего поражения. Это приводит к исчезновению четкой грани между фронтом и тылом. В результате такого воздействия чрезвычайные ситуации, связанные с остановкой производства, нарушением условий жизнеобеспечения населения и прямым поражением людей, могут одновременно возникать на различных территориях страны.

Военные конфликты в современных условиях все больше приобретают террористический характер. При проведении военных операций силами специального назначения объектами нападения становятся либо население, либо объекты жизнеобеспечения. Следует заметить, что терроризм в последние годы заметно активизировался не только в периоды военного противостояния, но и в мирное время как форма борьбы и средство для достижения политических или иных целей. Террористические акты, как правило, проводятся в местах наибольшего скопления людей с применением в качестве средств поражения больших пассажирских авиалайнеров, захватываемых в воздухе, взрывчатых веществ большой мощности, химических отравляющих веществ или биологического оружия. Сегодня существует реальная опасность применения в террористических актах ядерного ОМП или его компонентов.

Традиционно к ОМП относят ядерное, химическое и биологическое оружие. Однако следует понимать, что в процессе совершенствования обычные виды оружия, а также вооружение, основанное на новых физических принципах поражения, все больше приближаются к классу ОМП.

Ядерное оружие относится к наиболее мощным средствам поражения. Ядерными боеприпасами снабжаются средства воздушно-космического нападения (ракеты и бомбы), артиллерийские снаряды, морские торпеды, глубинные бомбы и мины (фугасы).

По способу получения энергии взрыва ядерное оружие делится на ядерное и термоядерное. При ядерном взрыве, основанном

на цепной реакции деления тяжелых ядер изотопов урана и плутония, а также при термоядерном взрыве, при котором происходит синтез легких ядер изотопа водорода (дейтерия или трития), выделяется огромное количество энергии в короткий промежуток времени. Мощность ядерного боеприпаса характеризуется тротиловым эквивалентом, т.е. количеством тротила (взрывчатого вещества с теплотой взрыва 4240 кДж/кг), в килотоннах и мегатоннах, который способен вызвать такой же взрыв, как и ядерный боеприпас. Различают следующие группы ядерных боеприпасов:

сверхмалые мощностью менее 1 кт;
малые — от 1 до 15 кт;
средние — от 15 до 100 кт;
крупные — от 100 кт до 1 Мт;
сверхкрупные — свыше 1 Мт.

Ядерные взрывы подразделяются на воздушные, наземные, подземные и подводные. При воздушном взрыве ядерный заряд взрывается так высоко в воздухе, что огненный шар не касается земли, а поднимающийся столб пыли может либо касаться светящейся зоны (низкий взрыв), либо не доходить до нее (высокий взрыв). В наземном ядерном взрыве огненный шар обязательно касается поверхности земли или воды. К подземным и подводным относятся ядерные взрывы, произведенные на глубине до 1 км.

К поражающим факторам ядерного взрыва относятся: воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация и радиоактивное загрязнение местности.

Ударная воздушная волна (УВВ) является наиболее мощным поражающим фактором ядерного взрыва, на ее долю приходится около 50 % всей энергии взрыва. Механизм образования УВВ такой же, как и при взрыве любого взрывчатого вещества. Существенно отличаются лишь параметры давления и температуры в ее фронте, которые при ядерном взрыве во сто крат выше, чем при обычном. Вокруг эпицентра взрыва наблюдаются три характерные зоны.

Первая зона по размерам совпадает с размерами воронки ядерного взрыва, радиус которой зависит от мощности заряда и может достигать 1340 м для заряда в 10 Мт. В этой зоне разрушаются и выгорают все строительные сооружения и иные объекты.

Во второй зоне, размеры которой ориентировочно в 2,5 раза больше воронки, УВВ создает мощные сейсмические волны в грунте, действующие на заглубленные объекты одновременно с прямой УВВ.

В третьей зоне, расположенной за пределами второй, разрушение наземных объектов происходит только за счет волн сжатия, инициируемых УВВ, подземные строения в этой зоне остаются неповрежденными.

Световое излучение, под которым понимается комплексное электромагнитное излучение в ультрафиолетовой, видимой и ин-

фракрасной частях спектра, возникает от огненного шара, образовавшегося в центре взрыва из смеси продуктов взрыва с воздухом. Температура в шаровой сфере в первые секунды взрыва достигает порядка 8 000—10000 °С. На световое излучение расходуется до 35 % энергии взрыва. Световое излучение в зависимости от мощности взрыва длится от 3 до 20 с.

Для оценки количества энергии, переносимой световым излучением, введено понятие светового импульса, Дж/м². В атмосфере лучистая энергия ослабляется из-за поглощения или рассеяния света дымом, пылью, водяным паром, поэтому считается, что световой импульс уменьшается пропорционально квадрату расстояния от эпицентра взрыва. Энергия светового излучения настолько велика, что, воздействуя на объекты, даже находящиеся на значительном расстоянии от эпицентра взрыва, способна вызвать их возгорание. Например, при взрыве атомной бомбы над Хиросимой во время Второй мировой войны возник огневой шторм, бушевавший в течение 6 ч, в результате которого выгорело дотла более 60 тыс. домов — практически весь город. Световое излучение, воздействуя на людей, вызывает полное или временное ослепление, ожоги сетчатки глаз и открытых частей тела.

Проникающая радиация — это радиоактивное излучение (РИ), состоящее из γ -лучей и потока нейтронов, образовавшееся при ядерной реакции и распаде продуктов ядерного взрыва. Возникшее при ядерном взрыве РИ может быть двух видов: начальным и остаточным. Источником начального РИ является собственно ядерная реакция. Длительность этого излучения невелика и составляет не более 10—15 с. Поражающее действие проникающей радиации при начальном РИ зависит от дозы облучения, которая меняется в широких пределах в зависимости от мощности ядерного заряда и расстояния до эпицентра взрыва. Радиус зоны поражения начального РИ значительно меньше радиусов поражения УВВ и световым импульсом. Остаточное РИ является следствием загрязнения территории радиоактивными веществами, выпавшими из облака, образованного ядерным взрывом.

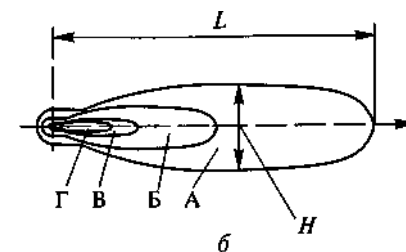
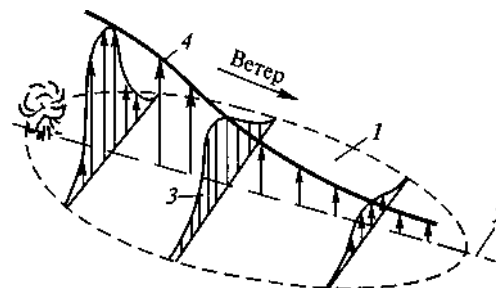
Радиоактивное загрязнение (РЗ) территории, являющееся следствием ядерного взрыва, имеет характеристики, которые во многом определяются типом ядерного взрыва, метеорологическими условиями и рельефом местности.

Наибольшее РЗ имеет место при наземном ядерном взрыве. При воздушном взрыве, в зависимости от высоты подрыва ядерного заряда, уровень РЗ местности понижается до 50 и даже до 20 % величины РЗ от наземного ядерного взрыва.

В момент ядерного взрыва пылевой столб, содержащий огромное количество мельчайших частиц — осколков радиоактивного деления, под воздействием атмосферной турбулентности превращается в радиоактивное облако и разносится ветром на большие рас-

рис 4.3 Уровни радиоактивного загрязнения местности по следу радиоактивного облака.

a — распределение радиации по следу (*1* — след радиоактивного облака, *2* — ось следа, *3* — уровень радиации по ширине следа, *4* — уровень радиации по оси следа), *б* — зонирование следа (*L* — длина, *H* — ширина) по уровням загрязнения (*A*, *B*, *B*, *Г*)



стояния. По мере движения облака образуется его след из выпавших под действием гравитации радиоактивных частиц (рис. 4.3).

Теоретически след в плане имеет форму эллипса, большая ось которого называется осью следа. В действительности, вследствие меняющихся метеорологических условий, неоднородности по составу и размерам выпадающих частиц, различного рельефа местности, форма следа радиоактивного облака может значительно отличаться от теоретической. По загрязненной поверхности радиоактивные частицы также распределяются неравномерно. В большей степени будут загрязнены складки местности, склоны холмов и впадин, расположенные с наветренной стороны. По прошествии некоторого времени картина загрязнения может измениться из-за переноса радиоактивных частиц потоками ветра или осадков.

На следе радиоактивного облака выделяют четыре зоны загрязнения, каждая из которых характеризуется экспозиционной дозой γ -излучения, которая может быть получена за время полного распада выпавших в ней радиоактивных веществ, а также уровнями радиации на один и десять часов после взрыва.

Зона А (умеренного загрязнения) занимает площадь до 80% всего следа. По ее внешней границе поглощенная доза составляет 0,4 Гр

Зона Б (сильного загрязнения) занимает до 12 % площади следа. По внешнему периметру этой зоны доза облучения равна 4 Гр.

Зона В (опасного загрязнения) занимает площадь около 8 % площади следа, а доза облучения на внешнем контуре — 12 Гр.

Зона Г (чрезвычайно опасного загрязнения) занимает до 3 % площади следа, поглощенная доза на внешней границе — не менее 40 Гр, а в центре она может достигать 100 Гр.

Из-за распада продуктов радиации с течением времени общий уровень радиации на загрязненной местности уменьшается. Для прогнозирования текущего уровня радиации используется формула

$$P_t = P_0 (t/t_0)^{-1,2},$$

где P_t и P_0 — уровни радиации соответственно для времени t и t_0 (наименьшее значение t_0 принимается равным 1 ч).

Химическое оружие представляет собой совокупность чрезвычайно опасных химических веществ и средств их доставки. Химические вещества могут быть распылены с самолета или с помощью артиллерийских снарядов и ракет. В момент применения они переходят в газообразное состояние и в виде облака покрывают большие территории, проникая вместе с воздухом в помещения и укрытия, не имеющие герметизации.

Критериями боевой эффективности химического оружия являются токсичность, стойкость и быстродействие.

По характеру поражающего воздействия на людей боевые химические вещества подразделяются на следующие группы:

- нервно-паралитического действия (фосфорсодержащие вещества, зарин, заман и др.);
- кожно-нарывного действия (иприт и др.);
- общеядовитого действия (синильная кислота, хлорциан и др.);
- удушающего действия (фосген и др.);
- раздражающего действия (хлорацетофенон и др.);
- психохимического действия (би-зед и др.).

Территория, на которой произошло применение химического оружия, а также распространение ядовитого облака, называется *зоной химического заражения*, а место, где имелась наибольшая концентрация отравляющих веществ в момент поражения, — *очагом химического поражения*. Зона химического заражения не стабильна во времени и пространстве. Ее размеры быстро увеличиваются, а концентрация отравляющих веществ в ней снижается, если в момент поражения имелась сильная турбулентность атмосферы, за счет разности температур воздуха в приземных и верхних слоях, а также сильного ветра. В спокойной атмосфере при небольшой скорости ветра концентрация зараженного воздуха в облаке будет меняться незначительно, но само облако может перемещаться на большие расстояния. В прохладную погоду отравляющие вещества конденсируются и, выпадая из облака, оседают на поверхности объектов, почве и растениях, долго сохраняя высокую концентрацию на местности. Теоретическая зона химического заражения представляет собой сектор, направленный по линии действия

ветра. Часть зоны, примыкающей к очагу поражения, имеет, как правило, смертельные концентрации отравляющих веществ, далее к периметру сектора тяжесть поражения уменьшается.

Классификация опасных химических веществ, оценка уровня заражения территории и их действие на людей рассматривалось в п. 4.2.

Биологическое оружие — это специальные боеприпасы, снаряженные биологическими средствами, а также средства их доставки. Оно предназначено для массового поражения людей, животных, посевов сельскохозяйственных культур, а в некоторых случаях — для порчи военной техники и снаряжения. Поражающее действие биологического оружия основано на использовании болезнетворных свойств некоторых микробов и токсичных продуктов их жизнедеятельности. Бактериологическое оружие является составной частью биологического оружия, в нем используются возбудители чумы, сибирской язвы, легионеллеза и др.

Способы боевого применения биологических средств основаны на способности микробов в естественных условиях проникать в организм человека следующими путями:

- с воздухом через органы дыхания (аэрогенный, воздушно-капельный путь);
- с пищей и водой через пищеварительный тракт (алиментарный путь);
- через неповрежденную кожу в результате укусов зараженных членистоногих (трансмиссивный путь);
- через поврежденные кожные покровы, а также слизистые оболочки рта, носа, глаз (контактный путь).

Доставка биологических средств к месту применения может осуществляться различными способами: распылением в воздухе биологических рецептур, рассеиванием в районе цели зараженных кровососущих переносчиков; заражением биологическими средствами воздуха или воды в замкнутых пространствах или объемах, направлением объектам нападения бактериологических средств по почте (в конвертах, бандеролях).

Попав в организм человека или животного в ничтожно малых количествах, болезнетворные бактерии и вирусы и их токсичные продукты вызывают крайне тяжелые инфекционные заболевания, заканчивающиеся при отсутствии своевременного лечения смертельным исходом или выводом пораженного из работоспособного состояния на длительный срок.

Особенностью биологического поражения является то, что поражающее действие проявляется не сразу, а спустя некоторое время (инкубационный период), которое зависит от вида бактерий и физического состояния организма человека (животного).

Биологическое оружие, примененное даже на небольшой группе людей, оказывает очень сильное психологическое воздействие на население. Наличие реальной угрозы появления крупных вспышек и

эпидемий опасных инфекционных заболеваний способно повсеместно вызывать страх и панические настроения, серьезно дезорганизовать работу предприятий всех сфер экономики и управления, коммунального, сервисного и культурно-зрелищного обслуживания.

На вооружении современных армий имеются обычные средства поражения повышенной эффективности, обладающие характеристиками ОМП. Одним из таких видов вооружения являются боеприпасы (бомбы) объемного (вакуумного или высокотемпературного) взрыва. Корпус такой бомбы выполнен в виде тонкостенного цилиндра, заполненного смесью оксида этилена, перекиси уксусной кислоты, другими газами в сжиженном состоянии. Сброшенная с самолета на парашюте, она наводится на цель с помощью лазерного или электронного датчика. При ударе о землю подрывается первый заряд в бомбе, жидкость разбрасывается огромным аэрозольным облаком, накрывая большую территорию. Через несколько мгновений это облако подрывается вторым зарядом, имеющим детонатор замедленного действия. Возникает гигантский огненный шар, выжигающий все живое на площади 1000x730 м (это площадь, примерно равная 10 футбольным полям). Особенно опасна она для людей, укрывшихся в зданиях, подземных сооружениях, пещерах или других негерметично замкнутых пространствах, так как смертельный аэрозоль, смешиваясь с кислородом, быстро проникает через все щели, и при взрыве разрушительная сила многократно увеличивается.

4.5. Защита населения от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций разных видов

Виды защитных мероприятий. Защита населения от негативных факторов чрезвычайных ситуаций (ЧС) представляет собой комплекс мероприятий, позволяющих предотвратить появление ЧС, уменьшить ее негативные последствия, в кратчайшие сроки восстановить приемлемые условия для жизнедеятельности людей.

Защитные мероприятия осуществляются в соответствии с государственной политикой в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Общие принципы, на которых основана вся деятельность по защите населения: заблаговременность подготовки защитных мероприятий на всей территории России;

дифференцированный подход к определению характера, объема и сроков проведения всех видов мероприятий;

комплексное проведение защитных мероприятий.

Мероприятия по защите населения от факторов ЧС могут быть разделены на отдельные группы по видам в зависимости от критерия классификации (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Классификация защитных мероприятий от негативных факторов ЧС

Превентивные меры направлены на предотвращение ЧС, повышение готовности объектов техносферы и населения противостоять поражающему действию факторов потенциальной ЧС, а также на возможное уменьшение ущерба при возникновении ЧС. К превентивным мерам относятся: создание и поддержание в готовности средств оповещения, коллективных средств защиты; накопление запасов средств индивидуальной защиты; сейсмостойкое строительство и сейсмоукрепление жилых домов и объектов социального назначения и др.

Оперативные меры предпринимаются непосредственно перед наступлением прогнозируемой ЧС либо сразу после проявления ее негативных факторов. В эту группу мероприятий входят поисково-спасательные и ликвидационные меры, обеспечение населения средствами индивидуальной защиты; эвакуация; оказание медицинской помощи и др.

Послеликвидационные меры (гуманитарная помощь, пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности или потери кормильца, безвозмездное предоставление жилья и др.) осуще-

ствляются с целью возмещения ущерба здоровью и имуществу граждан, пострадавших в ЧС.

Мероприятия могут быть отнесены к различным группам. Они планируются к выполнению или выполняются во всех режимах функционирования РСЧС. К таким мероприятиям относятся:

непрерывное наблюдение и лабораторный контроль за радиоактивным, химическим и биологическим состоянием объектов внешней среды;

оповещение населения о ЧС;

применение режимов защиты людей на территории ЧС;

эвакуация населения;

обучение населения способам самозащиты и др.

Мероприятия по защите населения требуют больших объемов работ, определенных материальных и финансовых затрат, поэтому степень защиты населения и объектов определяется на основе прогнозирования и анализа обстановки, которая может случиться при ЧС.

Из всего комплекса защитных мероприятий от поражающих факторов ЧС можно выделить следующие наиболее значимые виды защиты населения: противопожарную, противорадиационную, противохимическую и медицинскую.

Защита населения от ЧС — одна из самых сложных задач, которая решается путем согласованных действий всех сил и органов управления РСЧС. Руководители всех уровней системы, органов исполнительной власти, предприятий и организаций несут персональную ответственность за подготовку и проведение защитных мероприятий и, в целом, за обеспечение защиты персонала предприятий и населения.

Эвакуация как один из способов защиты персонала предприятий и населения. Одним из основных способов защиты является своевременный и быстрый вывоз или вывод людей из опасной зоны, т. е. их эвакуация. Это мероприятие в организационном плане довольно сложное, требует тщательной подготовки задействованных органов и серьезного обучения всех граждан, поэтому в органах управления по делам гражданской обороны (ГО) и ЧС всех уровней имеются планы действий при возникновении ЧС различного вида.

Вид эвакуации определяется видом, характером и условиями ЧС. Плановая и экстренная эвакуации различаются временными рамками. Как правило, экстренная эвакуация вызывается какими-то быстротекущими процессами накопления негативных факторов в зоне ЧС или изначально высокими уровнями этих факторов.

В числе мероприятий по защите персонала предприятия, которые разрабатываются объектовой комиссией, указываются действия по эвакуации работающей смены как при угрозе, так и при

возникновении ЧС. Исходя из прогнозируемой возможности возникновения аварий, катастрофы или стихийного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, принести ущерб здоровью людей, нарушить условия их жизнедеятельности, намечаются следующие мероприятия и временные параметры по эвакуации:

определяется вид эвакуации (плановая или экстренная);

производится расчет рабочих и служащих, необходимых для проведения эвакуации;

устанавливаются мероприятия по безаварийной остановке производства;

намечаются схемы движения эвакуируемых из зоны ЧС к пунктам временного размещения и др.

Вопросы эвакуации для изучения включаются в тематику занятий с рабочими и служащими в системе ГО.

В масштабе населенного пункта планирование эвакуации населения осуществляется управлением ГО и ЧС. Выписки из этого плана доводятся до сведения руководителей органов и подразделений местного самоуправления, предприятий и организаций.

Планы эвакуации населения включают: места сбора населения, пункты и направления эвакуации, пункты временного и длительного размещения населения, порядок проведения эвакуации и многое другое. За эвакуацию населения отвечают эвакуационные комиссии, созданные по решению главы местного самоуправления.

Организация эвакуации различна для персонала предприятия и для населения в городе, поселке. Эвакуационные мероприятия могут начаться немедленно при угрозе или возникновении ЧС. Вид и характер эвакуации зависит от многих факторов: наличия времени после получения сигнала оповещения, степени опасности для жизни людей, длительности воздействия угрожающих факторов и др.

С учетом анализа и оценки ситуации руководитель объектовой комиссии по ЧС может принять одно из решений:

провести эвакуацию внутри объекта (перемещение людей из здания в здание, с нижних этажей на верхние и укрытие в защитных сооружениях);

вывести персонал за пределы объекта;

применить комбинированный метод (например, укрыть людей на нижних этажах с последующим выводом за пределы объекта).

Эвакуация населения, не связанного с предприятиями, организациями и учреждениями, осуществляется по территориальному принципу (по улицам, микрорайонам, районам и т.п.). Маршруты выдвигения населения выбираются с учетом обстановки, которая может возникнуть при ЧС. Вывод людей из зоны ЧС осуществляется с учетом направления приземного ветра (движение людей по возможности должно быть перпендикулярно направле-

нию распространения ветра), в обход разрушенных зданий, завалов и других препятствий.

Эвакуация населения из населенных пунктов и персонала предприятий проводится в пункты временного размещения (ПВР) и длительного проживания (ПДП) населения. Как правило, ПВР создаются на базе разворачиваемых в военное время сборных эвакуационных пунктов (СЭП). Разворачиваются ПДП на базе существующих оздоровительных лагерей, санаториев, профилакториев, пансионатов, домов отдыха.

Защита населения и материальных ценностей от пожаров. В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие способы прекращения горения:

изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода до значения, при котором не может происходить горение;

охлаждение очага горения ниже температур самовоспламенения, вспышки;

интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;

механический срыв пламени струей воды или газа;

создание условий огнепреграждения, т.е. таких условий, при которых пламя не может распространяться по территории.

Как правило, все существующие огнетушащие вещества обладают комбинированным воздействием на процесс горения.

Выбор способа тушения и способа подачи огнетушащего вещества определяется видом горящего вещества, материала, изделия или оборудования, характером и условиями протекания пожара.

Простейшим средством тушения загораний и пожаров является песок, который можно использовать в абсолютном большинстве случаев. Он охлаждает горящее вещество, затрудняет доступ воздуха к нему и механически сбивает пламя. Для ликвидации пожаров в начальной стадии можно применять асбестовое или войлочное полотно, которое при плотном покрытии им горящего предмета предотвращает доступ воздуха в зону горения.

Наиболее распространенным и универсальным средством тушения пожара является вода. Однако ее нельзя использовать, если в огне находятся электрические провода и установки под напряжением, а также вещества, которые, соприкасаясь с водой, воспламеняются или выделяют ядовитые и горючие газы. Не следует применять воду для тушения бензина, керосина и других жидкостей, которые легче воды.

К первичным средствам тушения пожаров относятся огнетушители. Отечественная промышленность выпускает огнетушители, которые классифицируются по виду огнетушащих средств, объему корпуса, способу подачи огнетушащего состава и виду пусковых устройств.

По виду огнетушащих средств огнетушители бывают жидкостными, пенными, углекислотными, аэрозольными, порошковыми и комбинированными.

Огнетушители жидкостные (ОЖ) применяются главным образом при тушении загорания твердых материалов органического происхождения: древесины, ткани, бумаги и т. п. В качестве средства тушения в них используют воду в чистом виде; воду с добавками поверхностно-активных веществ, усиливающих ее огнетушащую способность; водные растворы минеральных солей.

Огнетушители пенные (рис. 4.5) предназначены для тушения пожара химической или воздушно-механической пеной. Огнетушители химические пенные (ОХП) имеют широкую область применения, за исключением случаев, когда огнетушащий заряд способствует развитию горения или является проводником электрического тока.

Огнетушители углекислотные ОУ-2 (рис. 4.6), ОУ-5, ОУ-8 предназначены для тушения горючих материалов и электроустановок под напряжением.

Снегообразная масса углекислоты имеет температуру -80°C . При тушении она снижает температуру горящего вещества и уменьшает содержание кислорода в зоне горения. Ручной ОУ предназначен для тушения загорания различных веществ на транспортных средствах (судах, самолетах, автомобилях, локомотивах). Он представляет собой стальной баллон, в горловину которого ввернут затвор пистолетного типа с сифонной трубкой. На затвор крепится трубка с раструбом и мембранный предохранитель.

Огнетушители аэрозольные предназначены для тушения загорания легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых веществ, электроустановок под напряжением и других материалов, кроме щелочных металлов и кислородсодержащих веществ. Промышленность выпускает аэрозольные огнетушители ручного типа, Рпереносные и стационарные.

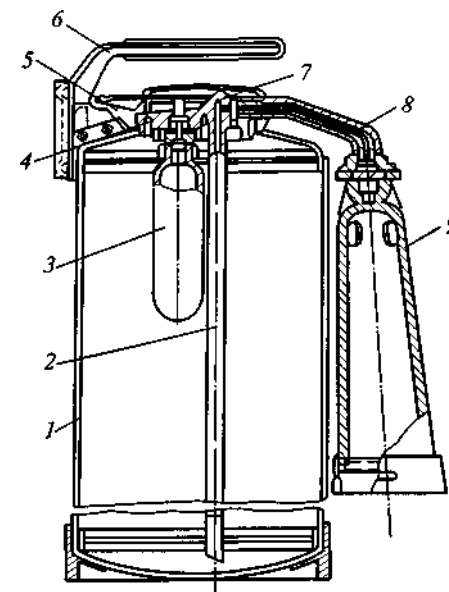


Рис. 4.5. Пенный огнетушитель ОВП-10: 1 — стальной корпус; 2 — сифонная трубка; 3 — баллон для газа; 4 — крышка с запорно-пусковым устройством; 5 — пусковой рычаг; 6 — рукоятка; 7 — мембрана; 8 — напорные трубки; 9 — раструб

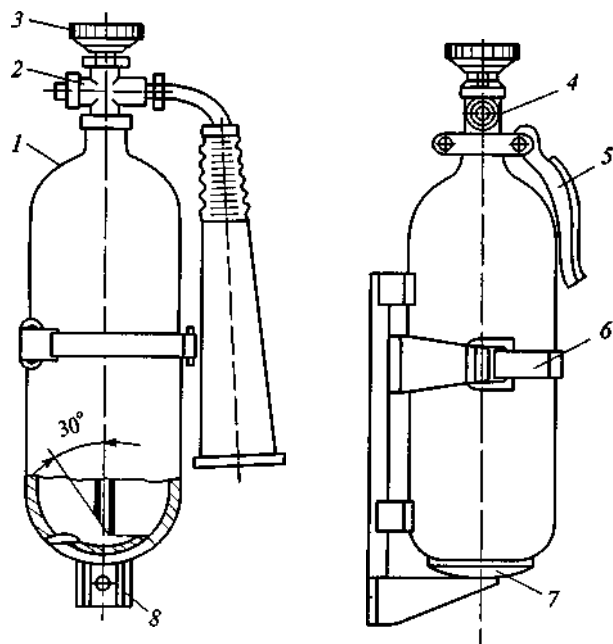


Рис 4 6 Углекислотный огнетушитель ОУ-2

1 — баллон, 2 — вентиль с сифонной трубкой, 3 — маховичок, 4 — предохранитель, 5 — рукоятка, 6 — стяжной хомут, 7 — нижняя опора огнетушителя, 8 — кронштейн для подвешивания

Огнетушители порошковые (ОП) получили в настоящее время, особенно за рубежом, наибольшее распространение. Их применяют для ликвидации загорания бензина, дизельного топлива, лаков, красок, древесины и других материалов на основе углерода. Порошки специального назначения используются при ликвидации пожаров и загорании щелочных металлов, кремнийорганических соединений и различных самовозгорающихся веществ. Хорошие результаты эти огнетушители дают при тушении электроустановок. Они широко применяются на автотранспорте и производственных участках.

Комбинированные огнетушители (например, газопорошковые) применяются редко.

По объему корпуса огнетушители условно подразделяются на ручные малолитражные (с объемом до 5 л), промышленные ручные (с объемом 5—10 л), стационарные и передвижные (с объемом свыше 10 л).

Установки автоматического пожаротушения относятся к стационарным средствам. Они предназначены для противопожарной защиты (тушение или локализация пожаров) зданий, сооружений, технологического оборудования и одновременной подачи

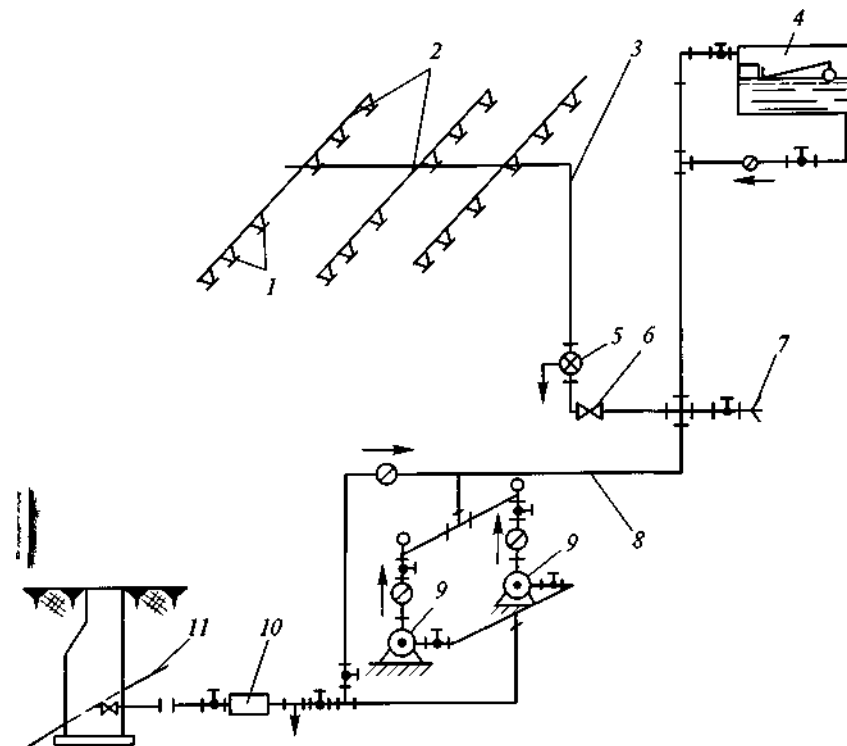


Рис 4 7 Схема спринклерной установки'

1 — спринклеры, 2 — распределительная сеть, 3 — главная питательная труба, 4 — водонапорный бак (автоматический водопитатель), 5 — контрольно-сигнальный клапан, 6 — главная задвижка, 7 — аварийное подключение, 8 — магистральная труба, 9 — насосная установка (основной водопитатель), 10 — водомер, 11 — городская магистраль водопровода

сигнала пожарной тревоги. Для автоматического тушения пожаров применяют спринклерные и дренчерные установки водяного тушения, установки воздушно-пенного, газового тушения и т.д.

Спринклерные установки (рис 4.7) предназначены для местного тушения и локализации пожара внутри здания. Они включаются автоматически при повышении температуры окружающей среды внутри помещения до определенного значения.

Датчиками таких установок являются спринклеры (оросители), имеющие легкоплавкий замок, который при пожаре расплавляется и пропускает воду к очагу пожара (рис. 4.8).

Дренчерные установки с автоматическим и дистанционным управлением (рис. 4.9, 4.10) предназначены для тушения пожаров распыленной водой. Они устанавливаются в зданиях и сооружениях, имеющих повышенную пожарную опасность. Их используют также для создания водяных завес и охлаждения строительных

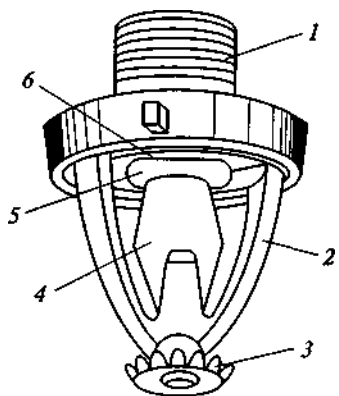


Рис. 4.8. Спринклерная головка: 1 — головка корпуса; 2 — рамка; 3 — розетка; 4 — пластины замка; 5 — стеклянный клапан; 6 — диафрагма

конструкций зданий и сооружений при пожаре. Они могут быть не заполненными водой (сухотрубными) или заполненными водой.

Устройством, закрывающим доступ воды в систему в обычное время и открывающим при пожаре, является клапан группового действия, с помощью которого вода автоматически подается от водопитателей в сеть трубопроводов, ведущих к оросителям.

Установки воздушно-пенного пожаротушения созданы на базе водяных спринклерных и дренчерных установок. В качестве огнетушащего вещества применяют водный раствор пенообразователя.

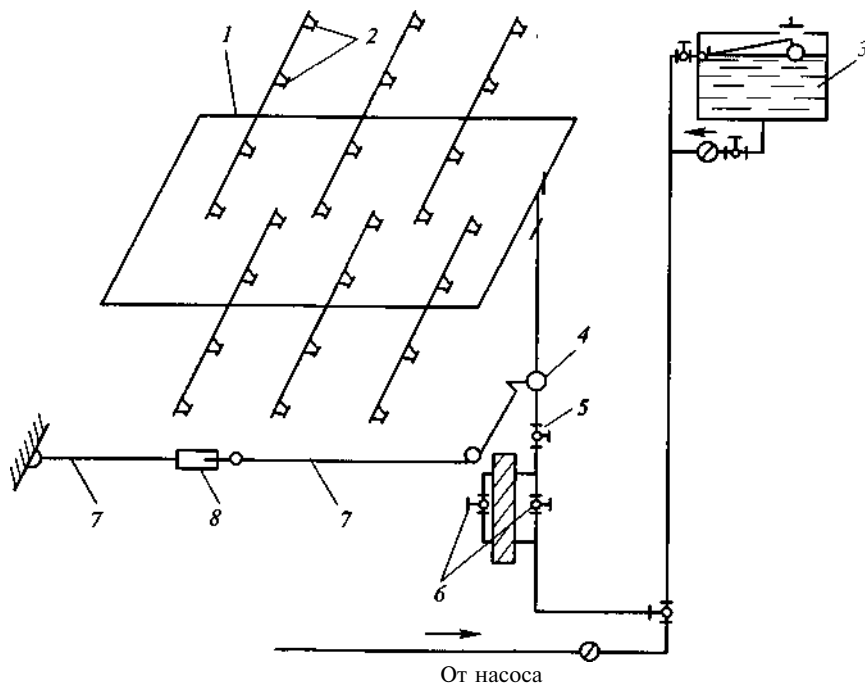


Рис. 4.9. Схема дренчерной установки:

/ — распределительная магистраль; 2 — дренчеры; 3 — бак автоматического водопитателя; 4 — запорный клапан; 5 — главный запорный вентиль; 6 — запорные устройства; 7 — трос; 8 — легкоплавкий замок

Установки газового пожаротушения применяют для тушения и локализации пожара в тех случаях, когда использование других огнетушащих веществ неэффективно или невозможно. Они успешно используются для защиты общественных зданий (библиотек, архивов, вычислительных центров и др.).

Внутренний противопожарный водопровод, имеющий систему стояков, на которых устанавливают пожарные краны, предназначен для тушения местных очагов горения в начале возникновения пожара. Как правило, в жилых и общественных зданиях проектируют объединенную хозяйственно-питьевую и противопожарную водопроводную сеть. Если напор в наружной водопроводной сети недостаточен, в здании устанавливают специальные пожарные насосы с дистанционным или автоматическим управлением, работающие при тушении пожаров.

К передвижным средствам пожаротушения относятся пожарные машины, пожарные поезда, специальные морские, речные и воздушные суда.

Процесс тушения пожара может быть разделен на две фазы: локализацию и ликвидацию пожара. Локализация пожара означает предотвращение его дальнейшего распространения, а ликвидация — полное прекращение процесса горения.

Первоочередная задача на пожаре — немедленное оказание помощи людям, которым угрожает огонь, опасность взрыва или обрушения конструкции; когда помещение и пути эвакуации заполнены дымом, вредными парами и газами; в помещениях создаётся высокая температура.

С целью предотвращения пожаров руководитель организации, предприятия, учреждения обязан проводить мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, в частности, устанавливать на территории, в зданиях, сооружениях и помещениях противопожарный режим и обеспечивать его соблюдение.

Противопожарный режим на предприятии включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, а также успешную их ликвидацию. Эта совокупность мер и требований, заранее устанавливаемая для цеха, участка, отдельного помещения, подлежит обязательному выполнению.

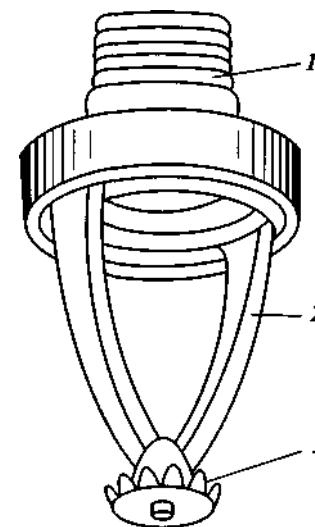


Рис. 4.10. Дренчер:

/ — головка корпуса дренчера; 2 — рамка; 3 — розетка

В зданиях и сооружениях при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также должна быть предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре.

Инструкции о мерах пожарной безопасности должны разрабатываться на основе правил пожарной безопасности, нормативно-технических, нормативных и других документов, содержащих требования пожарной безопасности, исходя из специфики пожарной безопасности зданий, сооружений, технологических процессов, технологического и производственного оборудования.

Ликвидация радиоактивного загрязнения территории и защита людей в зоне чрезвычайной техногенной ситуации. При аварии на РОО или иной ЧС, связанной с выбросом РВ, эффективная защита населения, сохранение работоспособности рабочих и служащих во многом зависят от своевременного выявления радиоактивного загрязнения атмосферы и территории, объективной оценки сложившейся обстановки. При этом надо учитывать, что процесс формирования радиоактивного следа длится несколько часов. Конкретные действия сил и средств ГО и ЧС, населения, а также принятие решения на проведение спасательных работ осуществляются на основе оценки обстановки по данным, полученным от действующей на местности разведки. Используя их, определяют конкретные режимы радиационной защиты населения, устанавливают начало и продолжительность работы смен спасателей на загрязненной территории, решают вопросы проведения дезактивации техники, транспорта, продовольствия.

В случаях аварий на ядерных энергетических установках радиоактивное загрязнение местности носит локальный характер. Оно обусловлено, в основном, биологически активными радионуклидами. Мощность доз излучения на местности в сотни, а то и тысячи раз меньше, чем на следе радиоактивного облака ядерного взрыва. Поэтому основную опасность для людей представляет не внешнее, а внутреннее облучение.

Основной объем работ в первые дни после аварии выполняют разведывательные подразделения частей и соединений ГО и ЧС. Радиационная разведка проводится в заранее определенных точках территории, в том числе и в населенных пунктах — там, где прогнозируется заражение от аварийного выброса. Измеряются мощности доз, берутся пробы грунта, воды, детально обследуются населенные пункты, объекты торговли, проверяется степень загрязнения продуктов и фуража, устанавливается возможность их употребления.

Приборы, предназначенные для обнаружения и измерения радиоактивных излучений, называются дозиметрическими. Их ос-

новными элементами являются: воспринимающее устройство, усилитель ионизирующего тока, измерительный прибор, преобразователь напряжения, источник тока. Промышленностью производятся дозиметры для военной разведки, производственных замеров радиоактивности и бытовые

Основными мерами защиты населения при возникновении радиоактивного загрязнения территории являются:

- использование коллективных и индивидуальных средств защиты;
- применение средств медицинской профилактики;
- соблюдение необходимых режимов поведения;
- эвакуация;
- ограничение доступа на загрязненную территорию;
- исключение потребления загрязненных продуктов питания и воды;
- санитарная обработка людей, дезактивация одежды, техники, сооружений, территории, дорог и других объектов.

Дезактивация территории, зданий и сооружений, транспортных средств, одежды и обуви является обязательным мероприятием при ликвидации ЧС.

Дезактивация — это удаление РВ с загрязненных объектов, исключая поражение людей и обеспечивающее их безопасность. Объектами дезактивации могут быть жилые и производственные здания, участки территории, оборудование, транспорт и техника, одежда, предметы домашнего обихода, продукты питания и вода. Характерной особенностью дезактивационных мероприятий является строго дифференцированный подход к определению объектов, которые следует дезактивировать. Это позволяет выделить из них наиболее важные для жизнедеятельности людей и при ограниченных силах и средствах провести запланированные работы. Все способы дезактивации можно разделить на жидкостные и безжидкостные.

Жидкостный способ дезактивации — удаление РВ струей воды или пара либо в результате физико-химических процессов между жидкой средой и РВ. Эффективность жидкостного способа зависит от расхода воды, напора, расстояния до обрабатываемой поверхности и тех добавок, которые применяются. Например, наибольший коэффициент дезактивации достигается при наклонении струи под углом 30 — 45° к обрабатываемой поверхности.

Безжидкостный способ дезактивации — механическое удаление РВ (сметание, отсасывание, сдувание, снятие загрязненного слоя). Среди безжидкостных механических способов следует выделить вакуумную очистку, сметание, удаление загрязненного слоя, перепаживание грунта. Дезактивация территории с твердым покрытием осуществляется механическим способом (подметание, вакуумная очистка).

При проведении дезактивационных работ используются вещества, которые позволяют повысить эффективность удаления ра-

диоактивных частиц. К ним относятся поверхностно-активные моющие вещества, органические растворители, сорбенты, ионообменные материалы.

Способы дезактивации зданий и сооружений могут быть различными: обмывание струей воды под давлением; обмывание с одновременным протиранием моющими средствами; удаление радиоактивных веществ при помощи промышленных пылесосов, пескоструйных аппаратов.

Дезактивация транспортных средств и техники может быть частичной или полной. Частичную дезактивацию выполняет водительский и обслуживающий состав, обрабатывающий те места и узлы машин, с которыми приходится соприкасаться в процессе эксплуатации. Полная дезактивация проводится за пределами загрязненной зоны на станциях и площадках обеззараживания или пунктах специальной обработки (ПуСО).

Дезактивация одежды, обуви и средств индивидуальной защиты может быть также частичной или полной. Все зависит от конкретных условий, степени загрязнения и сложившейся обстановки. Частичная дезактивация заключается в том, что человек сам удаляет РВ. Для этого одежду, обувь, средства индивидуальной защиты развешивают на щитах, веревках, сучках деревьев и тщательно в течение 20—30 мин обметают веником, чистят щетками или выколачивают палками. Этому способу дезактивации можно подвергнуть все виды одежды и обуви, за исключением изделий из резины, прорезиненных материалов, синтетических пленок и кожи, которые протираются ветошью, смоченной водой или дезактивирующим раствором. Если после частичной дезактивации загрязненность одежды, обуви и средств защиты осталась выше допустимой, то проводится ее дополнительная обработка на площадках дезактивации, на которых население будет проходить полную санитарную обработку.

В случае если местность загрязнена РВ не в результате применения атомных бомб, а вследствие аварии на атомной электростанции (АЭС), необходимо провести иодовую профилактику населения и персонала. При авариях на ядерных энергетических установках в облаке радиоактивных продуктов содержится значительное количество радиоактивного иода-131 с периодом полураспада 8 суток. Попадая в организм человека через органы дыхания и пищеварения, он сорбируется щитовидной железой и поражает ее. Чтобы защитить щитовидную железу, принимают препарат стабильного иода. Максимальный эффект достигается в том случае, если профилактика проводится заблаговременно или в самом начале вдыхания (поступления) радиоактивного иода. Если прошло хотя бы 2 ч, эффект резко снижается и становится равным всего 10%. Небольшая доза стабильного иода (100 мг) при однократном приеме обеспечивает защиту в течение 24 ч.

В условиях длительного пребывания человека на загрязненной местности и продолжающегося поступления радиоактивного иода профилактику необходимо повторять ежедневно, но не более 10 раз.

Сложной проблемой при действиях в зонах радиоактивного загрязнения является организация питания. Готовить и принимать пищу надо в закрытых помещениях на хорошо дезактивированной прилегающей территории, а еще лучше — на незагрязненной местности. Во всех случаях продукты и вода должны доставляться в зону ЧС только в герметичной упаковке и посуде.

Ликвидация химического заражения территории. Для обнаружения и определения концентрации ХОВ на зараженной территории, в воздухе, зданиях, продуктах питания, фураже и воде проводится химическая разведка с использованием инструментальных методов и приборов (изменение окраски индикаторов при взаимодействии с тем или иным химическим веществом).

В результате проведения химической разведки определяются глубина и площадь зоны заражения, размеры первичного и вторичного облаков ХОВ, рассчитываются ориентировочная численность персонала предприятия и населения, подвергшихся воздействию ХОВ в зоне ЧС, и возможная тяжесть отравления. По результатам разведки и прогнозирования намечаются меры и средства по защите населения и ликвидации ЧС, основные направления действий и первоочередность мероприятий. Мероприятия по защите населения от ХОВ и СДЯВ делятся на пассивные и активные.

Пассивные противохимические мероприятия по защите населения: укрытие в защитных сооружениях, эвакуация, использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), оказание пострадавшим первой медицинской помощи, проведение санитарной обработки людей и дегазация (обеззараживание) территории.

Укрытие населения в защитных сооружениях позволяет обеспечить наиболее высокий уровень защиты от ХОВ и СДЯВ только в тех случаях, если эти сооружения обеспечены защитными фильтрами от данного вида ХОВ или используется режим полной изоляции с регенерацией внутреннего объема воздуха.

Время защиты людей в таких защитных сооружениях составляет: в режиме регенерации — до 6 ч, в режиме фильтровентиляции — до 4 ч.

При отсутствии специальных защитных сооружений обеспечить защиту людей в течение определенного времени, необходимого для снижения концентрации ХОВ в зоне заражения, могут жилые и производственные помещения, защитные свойства которых в 1,5 — 2 раза и более могут быть усилены за счет герметизации. Все укрывшиеся в таких помещениях люди должны использовать СИЗ и быть готовыми к немедленному выходу из зоны заражения при

повышении концентрации ХОВ выше пороговых. Последнее обстоятельство не должно вызывать паники, так как пороговые значения ХОВ всегда ниже поражающих.

Организованная эвакуация населения при ЧС техногенного и военного характеров, вследствие быстротечности изменения обстановки, как правило, возможна лишь из тех районов, из которых можно вывести людей до подхода зараженного облака.

Предназначены СИЗ для защиты органов дыхания и кожи человека. Все гражданские противогазы разработаны для защиты населения от ОМП, поэтому, надежно защищая от всех известных боевых отравляющих веществ, они не обеспечивают защиту от целого ряда наиболее распространенных ХОВ, таких как аммиак, двуокись азота, хлора и др., которые могут быть выброшены в атмосферу при техногенных авариях. Вследствие этих особенностей при техногенных ЧС гражданские противогазы могут быть использованы только на короткое время (не более 7—8 мин), для выхода из зоны химического заражения.

Активные противохимические мероприятия проводятся при возникновении аварий на ХОО или при транспортных авариях. К ним относятся: локализация химического заражения и предотвращение растекания жидкой фазы ХОВ на местности; снижение скорости испарения ХОВ; подавление парогазовой фазы ХОВ.

Локализация химического заражения проводится обвалованием очага заражения, созданием препятствий на пути растекания ХОВ, направлением жидкой фазы в естественные углубления и специальные ловушки и т. п.

Снижение скорости испарения ХОВ с открытых поверхностей может производиться несколькими способами, в том числе:

поглощением жидкой фазы слоем адсорбентов (грунта, песка, шлака и других материалов);

изоляцией жидкой фазы различными пенами, пленочными материалами, настилами;

разбавлением жидких ХОВ водой или нейтрализующими растворами;

обезвреживанием ХОВ растворами химически активных реагентов.

Для подавления парогазовой фазы ХОВ используются два способа: осаждение и рассеивание. При первом способе над источником заражения или на пути движения облака ХОВ создаются мелкодисперсные водяные завесы с помощью пожарных или иных установок. Рассеивание ядовитого облака осуществляется созданием на пути его движения защитной приземной, направленной вертикально вверх, плоскоструйной газозоообразной завесы из горячих продуктов сжигания газообразного или жидкого топлива.

Работы по ликвидации аварий с выбросом ХОВ должны начинаться одновременно с разведкой химического заражения. Место

аварии оцепляется. Спасательные и медицинские формирования ведут поиск пострадавших и оказывают им первую помощь. С зараженных территорий производится эвакуация пострадавших и населения. Принимаются необходимые активные меры защиты. После локализации очага обеззараживают дороги, прилегающую местность, помещения.

Обеззараживание при химическом заражении предусматривает дегазацию ХОВ и санитарную обработку людей.

Дегазация (обеззараживание) — уничтожение (нейтрализация) ХОВ и СДЯВ или их удаление с поверхности таким образом, чтобы зараженность снизилась до допустимой нормы или исчезла полностью.

Известно немало способов дегазации, но чаще всего прибегают к механическому, физическому или химическому способам.

Механический способ дегазации основан на удалении ХОВ с какой-то поверхности, территории, техники, транспорта и других отдельных предметов протираем или смыванием. Зараженный слой грунта обычно срезают и вывозят в специально отведенные места для захоронения или засыпают песком, землей, гравием, щебнем.

При физическом способе дегазации верхний слой прожигают специальными огнеобразующими приспособлениями.

Химический способ дегазации получил наибольшее распространение. Он основан на применении веществ окисляющего и хлорирующего действия — хлорной или гашеной извести и др.

Дегазация территории — трудоемкий процесс, поэтому, как правило, сначала обеззараживают не всю площадь, а только те места, по которым возможно передвижение людей, животных и техники. Остальные участки обносят знаками ограждения.

Дегазация одежды, обуви, средств индивидуальной защиты осуществляется в основном обработкой пароаммиачной смесью, стиркой и проветриванием. Проветривание может быть применено для всех видов одежды, обуви и средств индивидуальной защиты.

Санитарная обработка людей может быть частичной или полной.

Частичная обработка, как правило, проводится непосредственно в зоне (очаге) заражения или сразу после выхода из нее; при этом каждый самостоятельно обезвреживает ХОВ (СДЯВ), попавшие на открытые участки кожи, одежду, обувь и средства защиты. Частичная санитарная обработка не обеспечивает полного обеззараживания и тем самым не гарантирует людям защиту от поражения ХОВ, поэтому при первой возможности производят полную санитарную обработку.

При полной обработке все тело моют теплой водой с мылом и мочалкой, обязательно меняют белье и одежду. Проводится обработка на стационарных обмывочных пунктах, в банях, душевых павильонах или на специально развешиваемых обмы-

вочных площадках и пунктах специальной обработки. Все обмывочные пункты и площадки, как правило, имеют три отделения — раздевальное, обмывочное и одевальное. Одежду, зараженную СДЯВ, складывают в резиновые мешки и отправляют на станцию обеззараживания одежды.

Если благоустроенные санитарно-обмывочные пункты отсутствуют, то полную санитарную обработку проводят в банях, душевых павильонах, дооборудованных таким образом, чтобы поток людей двигался только в одном направлении и не происходило пересечений.

Своевременное и правильное оказание первой помощи пораженным ХОВ является главным фактором спасения людей и благоприятного исхода лечения без тяжелых осложнений и остаточных явлений. Первая помощь состоит из двух частей: первая — обязательная для всех случаев поражения; вторая — специфическая, зависящая от характера воздействия вредных веществ на организм человека. Во всех случаях нужно как можно скорее прекратить воздействие ХОВ, затем предпринять специальные меры в зависимости от вида ХОВ.

В управлениях по делам ГО и ЧС административно-территориальных единиц России, подведомственная территория которых отнесена к химически опасной, разрабатываются планы защиты населения при авариях на ХОО. Разрабатываемые планы защиты населения должны учитывать степень опасности ХОО, расположенных на данной территории, и предлагать дифференцированный подход к организации противохимической защиты с учетом характера возможных аварий, потенциальных величин выбросов ХОВ (СДЯВ) и размеров зон химического заражения. Разработанные и утвержденные планы защиты служат основанием для составления планов защитных мероприятий для подразделений и служб ГО и ЧС и эвакуационных органов исполнительной власти на местах.

Глава 5 СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ И В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

5.1. Общая характеристика средств обеспечения безопасности труда

Защита работающих на производстве от вредных и опасных факторов осуществляется за счет реализации комплекса организационных, технических, санитарно-гигиенических и иных мероприятий, а также применения средств защиты [11, 15].

Все средства защиты работающих могут быть разделены на три группы в зависимости от своего функционального назначения:

средства привлечения внимания человека к возможной опасности;

средства для устранения или уменьшения воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на человека;

средства профилактики и оперативной медицинской помощи.

Обобщенная классификация средств защиты приведена на рис. 5.1.

Рассмотрим цветовые и знаковые средства, которые увеличивают информированность работника об опасности, выполняют запрещающую, предупреждающую, предписывающую или разрешающую функции с целью обеспечения безопасности труда. Имея информационную направленность, они не могут и не должны заменять технические средства коллективной и индивидуальной защиты работников.

ГОСТ 12.4.026 — 76 ССБТ устанавливает виды сигнальных цветов и знаков безопасности. К сигнальным относятся следующие цвета:

красный — запрещающий, сигнализирующий о реальной опасности цвет;

желтый — цвет, предупреждающий о потенциальной опасности;

зеленый — цвет безопасности;

синий — информативный цвет.

Красный цвет используется в запрещающих знаках; для надписей и символов в знаках пожарной безопасности; для обозначения

ния пожарной техники, отключающих и аварийных устройств; для окраски светофильтров сигнальных ламп, внутренних поверхностей кожухов и корпусов машин и др.

Желтый цвет применяется в предупреждающих знаках; для окраски элементов производственного оборудования, неосторожное

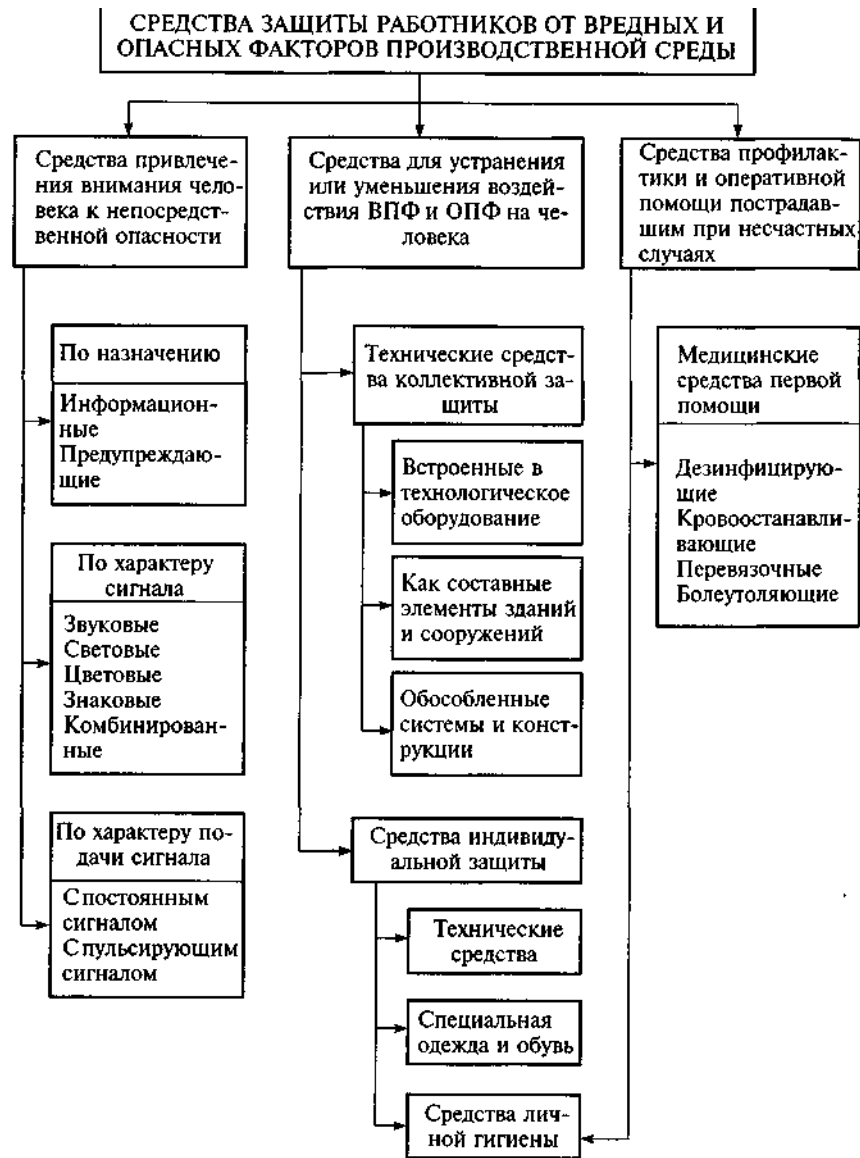


Рис. 5.1. Классификация средств защиты работников от вредных и опасных факторов производственной среды

обращение с которыми представляет опасность для работающих; кромок ограждающих устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы оборудования; ограждающих конструкций площадок для работ на высоте; элементов внутрицехового и межцехового транспорта; подъемно-транспортного оборудования и строительного дорожных машин; кабин и ограждений кранов, поворотных кабин; бамперов и боковых поверхностей электрокар, погрузчиков, тележек, стрел и нижних частей поворотных платформ экскаваторов, обойм захватных крюков; для обозначения емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами и др. Окраска строительных конструкций, элементов транспорта, отдельных частей экскаваторов и подъемно-транспортного оборудования выполняется в виде чередующихся полос желтого и черного цветов, наклоненных под углом $45 - 60^\circ$ (рис. 5.2).

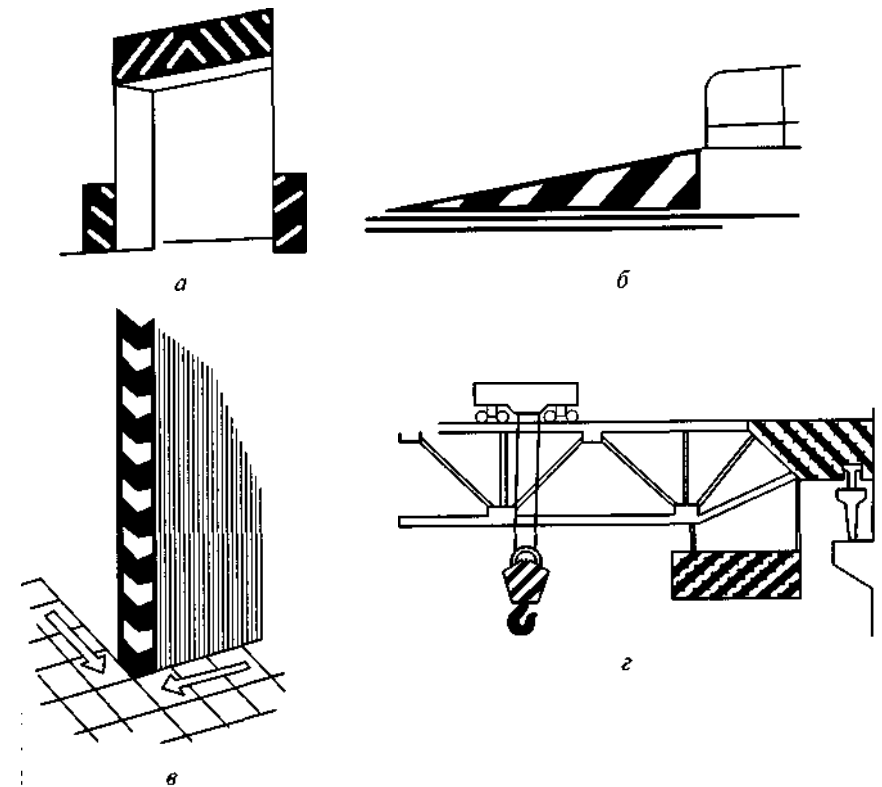


рис 5.2. Окраска элементов зданий и оборудования в сигнальные цвета (полосы желтого и черного цветов):

а — транспортный проем, б — наклонный перепад в плоскости пола, в — угол раждения или выступающая часть конструкции здания, г — элементы мостового крана

Зеленый цвет используется в предписывающих знаках, сигнальных лампах, извещающих о нормальном функционировании оборудования, а также применяется для окраски фона световых таблиц и дверей эвакуационных или запасных выходов и декомпрессионных камер.

Синий цвет используется в указательных знаках.

Знаки безопасности выполняются в виде рисованных изображений на поверхностях строительных конструкций, ворот, дверей помещений, корпусов и панелей оборудования или в виде отдельных изделий, которые устанавливаются в местах, связанных с потенциальной опасностью для работающих. Они могут закрепляться на производственном оборудовании, въездных воротах и входных дверях помещений.

Если знаки безопасности расположены на воротах предприятия или дверях помещения, то зона их действия охватывает соответственно всю территорию объекта или помещение в целом. Знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026 — 76 подразделяются на запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные.

Запрещающий знак (рис. 5.3) запрещает определенные действия работающих и выполняется в виде круга красного цвета с белым полем внутри, белой по контуру знака каймой и символическим изображением черного цвета на внутреннем белом поле, перечеркнутым наклонной полосой красного цвета слева сверху направо вниз. Допускается вместо символического изображения применять на поле знака поясняющую надпись черного цвета без наклонной полосы. На знаках пожарной безопасности поясняющая надпись — красного цвета.

Предупреждающий знак (рис. 5.4) предупреждает работающих о возможной опасности. Он представляет собой обращенный вершиной вверх равносторонний со скругленными углами треугольник желтого цвета с каймой черного цвета и символическим изображением черного цвета на поле знака.

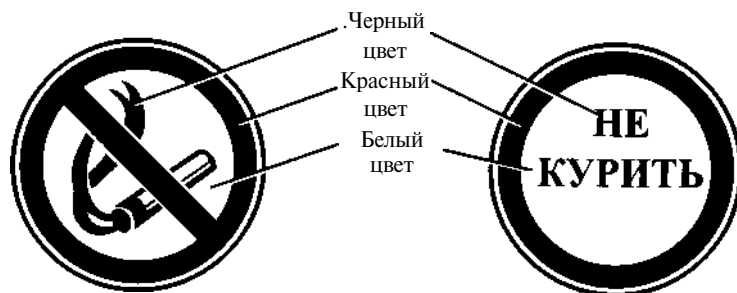


Рис. 5.3. Запрещающий знак «Курить запрещается»:

а — с символическим изображением; б — с пояснительной надписью

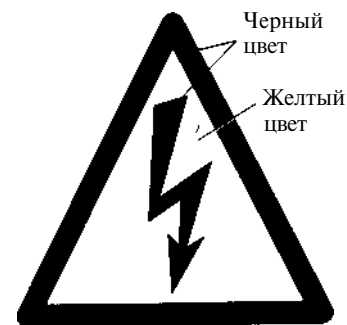


Рис. 5.4. Предупреждающий знак «Осторожно! Высокое напряжение»

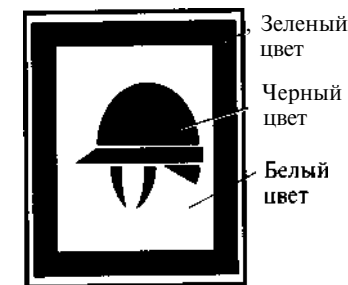


Рис. 5.5. Предписывающий знак «Работать в каске»

Предписывающий знак (рис. 5.5) разрешает работающим определенные действия только при выполнении конкретных требований безопасности труда или пожарной безопасности, а также указывает пути эвакуации людей при возникновении опасных ситуаций. К таким требованиям относятся обязательное применение индивидуальных средств защиты или принятие мер по обеспечению безопасности (например, требование держать проход свободным). Предписывающий знак выполняется в виде квадрата зеленого цвета с белой каймой по контуру и белым полем квадратной формы внутри него. На белом поле наносится черным цветом символическое изображение или поясняющая надпись. На знаках пожарной безопасности поясняющая надпись — красного цвета.

Указательный знак (рис. 5.6) дает информацию о местонахождении различных объектов и устройств, пунктов медицинской помощи, питьевых пунктов, пожарных постов гидрантов, огнетушителей и др. Он представляет собой синий прямоугольник с белой каймой по контуру и белым прямоугольником внутри.

Белый квадрат сдвинут относительно горизонтальной оси прямоугольника вверх. Внутри белого квадрата наносится черным цветом символическое изображение или поясняющая надпись. Символы и поясняющие надписи пожарной безопасности выполняются красным цветом.

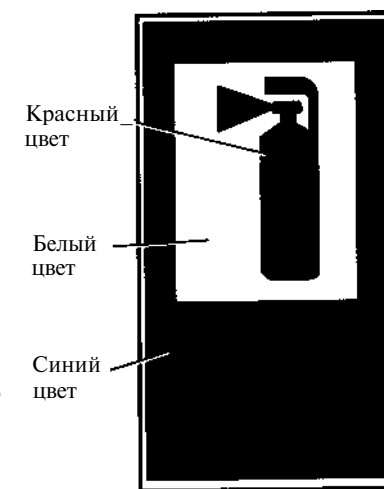


Рис. 5.6. Указательный знак «Огнетушитель»

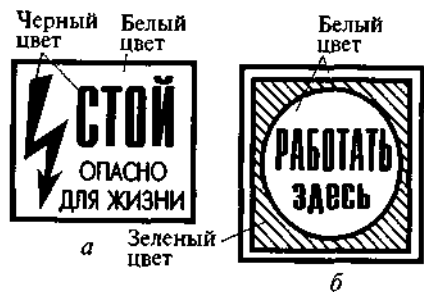


Рис. 5.7. Предупредительные плакаты:

a — предостерегающий; *б* — разрешающий

Знаки безопасности могут быть совмещены с поясняющими надписями, которые выполняются на отдельных блоках (плакатах) и располагаются непосредственно под знаком.

Предупредительные плакаты представляют собой таблички прямоугольной формы белого цвета с нанесенной надписью черного цвета или символьным изображением и надписью. На разрешающих плакатах надпись делается в белом круге на зеленом фоне (рис. 5.7).

К техническим средствам коллективной защиты (СКЗ) от вредных и опасных производственных факторов относятся средства, которые конструктивно и (или) функционально связаны с производственным процессом, оборудованием, зданием или площадкой и предназначены для защиты любого человека, находящегося в зоне их действия.

Средства коллективной защиты нормализуют параметры освещенности на рабочих местах, защищают работающих от негативных энергетических воздействий производственной среды, таких как шум, вибрация, неионизирующие излучения и др., оздоравливают воздушную среду рабочей зоны, устраняют опасность поражения работников электрическим током, снижают вероятность получения механических и иных травм.

Конструктивно СКЗ могут быть: 1) встроенными в оборудование; 2) составными элементами производственных зданий и сооружений; 3) обособленными техническими изделиями.

В первую группу входят устройства:

электробезопасности оборудования (предохранительные, отключающие, сигнальные и др.);

удаления из зоны обработки избытков тепла, влаги, газов и пыли;

предотвращения термического, химического или механического травмирования;

снижения до допустимого предела энергетического воздействия на работающего.

По функциональному назначению, принципу действия, конструктивному исполнению области применения СКЗ этой группы чрезвычайно многообразны. Например, к СКЗ от механического травмирования относятся следующие устройства и системы: оградительные, предохранительные, тормозные, контроля и сигнализации, дистанционного управления (см. п. 2.6).

Вторая группа СКЗ включает системы естественной вентиляции и естественного освещения производственных помещений, заземления и др.

Третью группу СКЗ составляют системы и изделия, которые изготавливаются как отдельные конструкции и специально монтируются (устанавливаются) в производственных помещениях, зданиях или на открытых площадках, на которых ведутся работы и имеются потенциальные опасности для здоровья людей. К ним относятся стационарные и переносные ограждения, а также системы искусственного освещения, искусственной вентиляции, кондиционирования, отопления и др.

В большинстве случаев на предприятиях для защиты работающих от одних и тех же вредных или опасных факторов применяются комбинации всех перечисленных групп СКЗ. Наиболее характерным примером такого применения является система вентиляции воздуха в производственных помещениях, которая используется для нормализации параметров микроклимата и очистки воздуха в рабочей зоне от пыли, загазованности, избытков влаги, а также предотвращения появления в воздушной среде помещения взрывоопасных концентраций горючих газов и паров горючих жидкостей. Естественная вентиляция осуществляется через вентиляционные проемы здания или посредством специальных устройств — дефлекторов; общеобменная искусственная — за счет применения специально изготовленных систем с вентиляторами центробежного типа; местная — отсосами, встроенными в технологическое оборудование, или специальными зонтами, панелями и другими устройствами.

Значительное место в охране здоровья и обеспечении безопасности труда на предприятиях всех отраслей народного хозяйства занимают средства индивидуальной защиты. К ним относятся все средства защиты, которые надеваются на тело человека или его части, либо индивидуально используются им для собственной безопасности. Средства индивидуальной защиты подразделяются на три группы: специальная одежда, головные уборы и обувь; технические средства; средства личной гигиены.

Специальная одежда, головные уборы и обувь защищают работающего от избыточного тепла или холода, воздействия лучистой энергии, агрессивных жидкостей, а также предохраняют кожу человека от загрязнения, механического травмирования или термического ожога. К этой группе относятся шапки, кепи, шлемы, халаты, комбинезоны, куртки, брюки, сапоги, ботинки, рукавицы, перчатки и др.

Технические средства индивидуальной защиты представляют собой технические изделия специального назначения, используемые для защиты органов дыхания (маски, респираторы, противогазы), зрения (очки, щитки, маски), слуха (заглушки, наушники)

ки, антифоны) от негативных факторов воздушной, световой, акустической среды и излучений; функциональных систем организма, кожи и частей тела от поражения электрическим током (диэлектрические перчатки, галоши, коврики и др.), вибрации (виброзащитные рукавицы), излучений (фартуки, накладки, комбинезоны из специальных материалов), механического травмирования (каска, наплечники, страховочные пояса и др.) и других вредных и опасных факторов.

В средства личной гигиены входят средства для защиты кожи рук и лица от химических веществ и загрязнений, такие как моющие средства (твердые и жидкие), пасты и мази.

На предприятиях выдача, порядок и сроки пользования, порядок обработки (стирка, химическая чистка, дезактивация), контроль и проверка СИЗ осуществляются в соответствии с Правилами обеспечения работников специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты и Типовыми отраслевыми нормами.

СИЗ выдаются работающим бесплатно в необходимых количествах и номенклатуре, оговоренных отраслевыми нормами, независимо от вида отрасли экономики, к которой относится производства, цехи, участки, отделы, рабочие места или виды работ, а также независимо от форм собственности предприятий и их организационно-правовых форм. Например, генераторщику ацетиленовой установки положено выдать на год: один костюм хлопчатобумажный; одну пару сапог резиновых; четыре пары рукавиц брезентовых; один респиратор (до износа); одни очки защитные (до износа).

В тех случаях, когда технические СИЗ не указаны в Типовых отраслевых нормах, они могут быть выданы работникам на основании аттестации рабочих мест в зависимости от характера выполняемых работ со сроком использования — до износа или как дежурные. Дежурные СИЗ коллективного пользования должны выдаваться работникам только на время выполнения тех работ, для которых они предусмотрены, или могут быть закреплены за определенными рабочими местами (например, тулупы — на наружных постах; перчатки диэлектрические — при электроустановках и т.д.) и передаваться от одной смены к другой.

Выдаваемые работникам СИЗ должны соответствовать характеру и условиям работы, обеспечивать безопасность труда и иметь сертификат соответствия. Работодатель обязан заменить или отремонтировать СИЗ, пришедшие в негодность до окончания сроков использования по причинам, не зависящим от работника.

Предусмотренные в Типовых отраслевых нормах теплая специальная одежда и обувь (костюмы на укрепляющей прокладке, куртки и брюки на утепляющей прокладке, костюмы меховые, тулупы, валенки, шапки-ушанки, рукавицы меховые и др.) должны выда-

ваться работникам с наступлением холодного времени года, которое устанавливается с учетом местных климатических условий.

На предприятии должен быть организован надлежащий учет и контроль за выдачей работникам СИЗ в установленные сроки. Выдача работникам и сдача ими СИЗ записываются в личную карточку установленного образца. Руководители цехов и участков обязаны принимать меры для того, чтобы работники пользовались выданными им СИЗ. Они не должны допускаться к работе без СИЗ, в неисправной, неотремонтированной, загрязненной специальной одежде и специальной обуви, а также с неисправными техническими СИЗ.

Работники должны бережно относиться к выданным в их пользование СИЗ, своевременно ставить в известность руководителя работ о необходимости химчистки, стирки, сушки, ремонта, дегазации, дезактивации, дезинфекции, обезвреживания и обеспыливания специальной одежды и обуви, а также других средств индивидуальной защиты.

Администрация предприятия организует:

надлежащий уход за СИЗ и их хранение, своевременную химчистку, стирку, ремонт, дегазацию, дезактивацию и обезвреживание специальной одежды и обуви, других СИЗ;

регулярные, в соответствии с установленными ГОСТами сроками, испытание и проверку исправности СИЗ, а также своевременную замену фильтров, стекол и других частей технических СИЗ с понизившимися защитными свойствами.

Отдельную группу СИЗ работников составляют медицинские средства оказания первой помощи пострадавшим от вредных и опасных производственных факторов. Они предназначены для того, чтобы нейтрализовать или ослабить негативное воздействие этих факторов на организм человека, остановить кровотечение, вернуть сознание, обеспечить фиксированное положение травмированным конечностям, поддержать функциональные системы жизнедеятельности организма на необходимом минимальном уровне до момента доставки пострадавшего в пункт медицинской помощи. Эти средства в номенклатуре, утвержденной Минздравом России в зависимости от вида работ, вредных и опасных факторов, комплектуются в медицинские аптечки, которыми оснащаются производственные участки, отделы, цеха или рабочие места предприятий.

5.2. Средства коллективной и индивидуальной защиты в чрезвычайных ситуациях

Один из наиболее надежных способов защиты населения от воздействия ХОВ при авариях на ХОО, от РВ при неполадках на АЭС и других РОО, во время стихийных бедствий (бурь, урага-

нов, смерчей, снежных заносов), а также в случае применения современных средств массового поражения — это укрытие в защитных сооружениях, к которым относятся убежища и противорадиационные укрытия (ПРУ). Кроме того, применяются и простейшие укрытия [2, 4, 7, 9].

Защитные сооружения по месту расположения могут быть встроенными — расположенными в подвалах и цокольных этажах зданий и сооружений, и отдельно стоящими — расположенными вне зданий и сооружений. Размещают их как можно ближе к месту работы или проживания людей.

По срокам строительства защитные сооружения подразделяются на построенные заблаговременно и быстровозводимые, которые сооружаются при возникновении чрезвычайных ситуаций (событий) или военной угрозы.

Вместимость убежища определяется количеством мест для сидения и лежания: малые — до 600, средние — от 600 до 2 000 и большие — более 2 000.

Убежища (рис. 5.8) характеризуются наличием прочных стен, перекрытий и дверей, герметичных конструкций и фильтровентиляционных устройств. Все это создает благоприятные условия для нахождения в них людей в течение нескольких суток. Не менее надежными делают входы и выходы, а на случай их завала — аварийные выходы (лазы).

Система воздухообеспечения не только обеспечивает людей необходимым количеством воздуха, но придает убежищу нужную температуру, влажность и газовый состав. Во всех убежищах предусматривается два режима вентиляции: очистная (наружный воздух очищается от пыли); фильтровентиляция (воздух пропускается через фильтры-поглотители, в которых очищается от всех вредных примесей, веществ и пыли). Если убежище расположено в пожароопасном месте (например, на нефтеперерабатывающем предприятии) или в районе возможной загазованности ХОВ, предусматривается и третий режим — изоляция и регенерация (восстановление газового состава, например, на подводных лодках).

Система водоснабжения убежища обеспечивает людей водой для питья и гигиенических нужд от наружной водопроводной сети. На случай выхода водопровода из строя предусмотрен аварийный запас (питьевая вода из расчета 3 л в сутки на человека) или самостоятельный источник получения воды (артезианская скважина). Каждое защитное сооружение имеет санузел и систему канализации, позволяющие отводить фекальные воды, а также систему отопления с подсоединением к отопительной сети здания, под которым находится убежище.

Электроснабжение убежища, необходимое для питания электродвигателей системы воздухообеспечения, артезианских скважин, перекачки фекальных вод, освещения, осуществляется от город-

ской электросети, а в аварийных случаях — от автономной дизельной электростанции. В сооружениях без автономной электростанции предусматриваются аккумуляторы.

В убежищах создается запас продуктов питания из расчета не менее чем на двое суток для каждого укрываемого. Каждое убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления своего предприятия и громкоговорители радиотрансляции, подключенные к городской или местной сети радиовещания.

Людам, находящимся в убежище, должны быть обеспечены санитарно-гигиенические условия: содержание углекислого газа в воздухе — не более 1 %, влажность — не более 70 %, температура воздуха — не выше 23 °С. В помещениях (отсеках) убежища, в которых находятся люди, устанавливаются двухъярусные или трехъярусные скамьи (нары): нижние — для сидения, верхние —

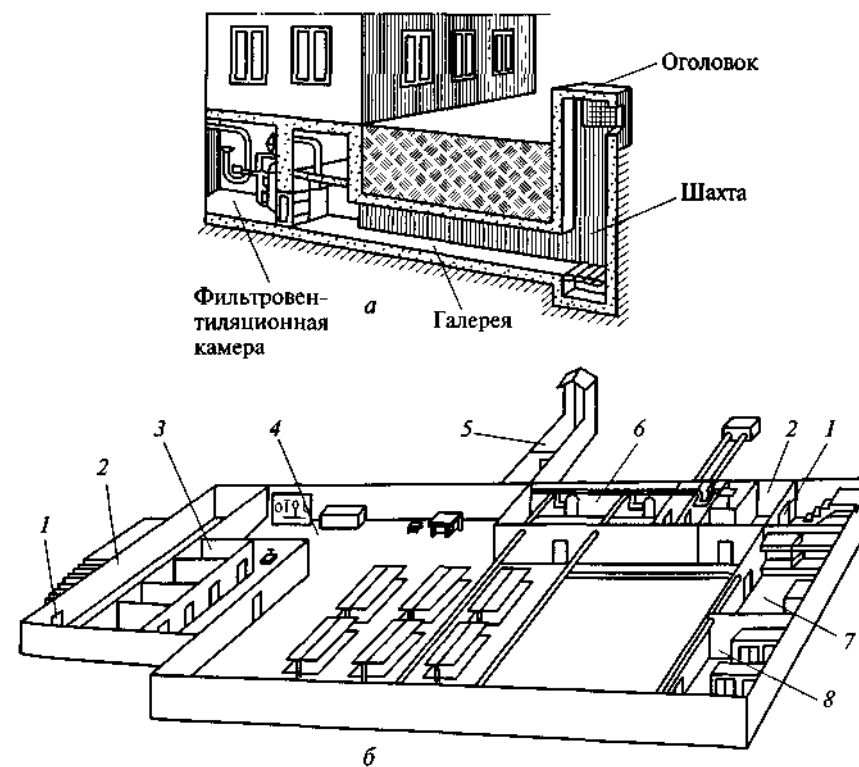


Рис. 5.8. Убежище гражданской обороны:

a — аварийный выход в разрезе; *b* — планировка убежища; 1 — защитно-герметичные двери; 2 — шлюзовые камеры; 3 — санитарно-бытовые отсеки; 4 — основное помещение; 5 — аварийный выход; 6 — фильтровентиляционный отсек; 7 — медицинский пункт; 8 — кладовая для продуктов и запаса воды

для лежания (они должны составлять не менее 20 % общего количества мест в убежище при двухъярусном расположении нар и 30 % — при трехъярусном).

Для встроенных убежищ важной частью является аварийный выход, который устраивается в виде выводящего тоннеля, заканчивающегося вертикальной шахтой с оголовком. Выход в тоннель оборудуется защитно-герметическими ставнями, устанавливаемыми соответственно с наружной и внутренней сторон стены. Оголовки удаляются от окружающих зданий на расстояние, составляющее не менее половины высоты здания плюс 3 м.

Все убежища обозначаются специальными знаками, которые располагаются на видном месте у входа или на наружной двери. Маршруты движения к убежищу обозначаются указателями. Знаки и указатели окрашиваются в белый цвет, надписи делаются черной краской. На знаке указывается номер убежища, кому принадлежит, у кого ключи (должность, место работы, телефон).

Быстровозводимые убежища (БВУ) строятся в короткие сроки (в течение нескольких суток) из железобетонных сборных конструкций, а иногда из лесоматериалов. Вместимость их, как правило, небольшая — от 30 до 200 чел.

Состоят БВУ, как и заблаговременно построенные убежища, из помещений для укрываемых, мест для расположения фильтровентиляционного оборудования, санитарного узла. Они обеспечиваются аварийным запасом воды. В убежищах малой вместимости санитарный узел и емкости для отбросов размещаются в тамбуре, а баки с водой — в помещении для укрываемых.

Внутреннее оборудование БВУ включает в себя средства воздухоподачи, песчаные, шлаковые, матерчатые фильтры, воздухозаборные и вытяжные отверстия (короба), приборы освещения, нары и скамьи. Вентиляция в них выполняет работу по двум режимам, для чего используются различные конструкции механических и ручных вентиляторов.

Противорадиационные укрытия (ПРУ) используются, главным образом, для защиты от радиоактивного заражения населения сельской местности и небольших городов и возводятся (приспосабливаются) только в предвидении чрезвычайных ситуаций или при возникновении угрозы вооруженного конфликта. Устраивать их возможно в подвалах, цокольных и первых этажах зданий, сооружений хозяйственного назначения — погребах, подпольях, овощехранилищах.

К ПРУ предъявляют ряд требований. Они должны обеспечить не только необходимое ослабление радиоактивных излучений, но и защитить при авариях на ХОО, сохранить жизнь людям при некоторых стихийных бедствиях (бурях, ураганах, смерчах, тайфунах, снежных заносах), поэтому их располагают вблизи мест проживания (работы) большинства укрываемых. Высота помеще-

ний должна быть, как правило, не менее 1,9 м от пола до низа выступающих конструкций перекрытия. Высота подпольев, погребов и других подобных заглубленных помещений при приспособлении их под укрытия может быть меньшей — до 1,7 м. В крупных ПРУ делается два входа (выхода), в малых (до 50 чел.) допускается один. Двери обычные, но обязательно уплотняемые в местах примыкания полотна к дверным коробкам.

В ПРУ предусматривается естественная вентиляция или вентиляция с механическим побуждением. Отопление укрытий — общее с отопительной системой зданий, в которых они оборудованы, водоснабжение — от водопроводной сети. Если водопровод отсутствует, устанавливают баки для питьевой воды из расчета 2 л в сутки на 1 чел. В укрытиях, располагаемых в зданиях с канализацией, оборудуются полноценные туалеты с отводом сточных вод в наружную канализационную сеть. В малых укрытиях (до 20 чел.), где такой возможности нет, для приема нечистот используют плотно закрываемую выносную тару. Освещение ПРУ выполняется от электрической сети, а аварийное — от аккумуляторных батарей, различного типа фонариков и ручных (вело-) генераторов.

Средствами индивидуальной защиты органов дыхания являются фильтрующие (общевоинские, гражданские, детские, промышленные) и изолирующие противогазы, респираторы, кроме того, ватно-марлевые повязки и противопылевые тканевые маски (простейшие средства). Средствами защиты кожи являются изолирующие костюмы (комбинезоны, комплекты), защитно-фильтрующая одежда (простейшие средства).

К гражданским противогазам относятся фильтрующие противогазы ГП-5 (ГП-5М) и ГП-7 (ГП-7В), получившие наибольшее распространение.

Гражданский противогаз ГП-5 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от радиоактивных, отравляющих, сильнодействующих ядовитых веществ и бактериальных средств. Принцип действия противогаза основан на предварительной очистке (фильтрации) вдыхаемого воздуха от вредных примесей. Он состоит из фильтрующе-поглощающей коробки и лицевой части (шлем-маски). Особенностью ГП-5М является наличие в его шлем-маске мембранной коробки для переговорного устройства.

Гражданский противогаз ГП-7 — одно из последних и самых совершенных средств индивидуальной защиты органов дыхания, глаз и лица. Он надежно оберегает человека от воздействия отравляющих ядовитых веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Противогаз состоит из фильтрующе-поглощающей коробки ГП-7к, лицевой части — МГП, незапотевающих пленок, утеплительных манжет, защитного трикотажного чехла и сумки.

Состоит МГП из маски объемного типа с независимым обтюратором, очкового узла, переговорного устройства (мембраны), уз-

лов клапана вдоха и выдоха, обтекателя, наголовника и прижимных колец для закрепления незапотевающих пленок. Независимый обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове.

Противогаз ГП-7В отличается от ГП-7 наличием устройства для приема воды непосредственно в зоне заражения.

С целью расширения возможностей противогазов по защите от ХОВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3). Противогазы ГП-7, ПДФ-2Д и ПДФ-2Ш, укомплектованные фильтрующе-поглощающей коробкой ГП-7к, можно применять для защиты от радионуклидов иода и его органических соединений.

В комплекте с противогазом ДПГ-3 эффективно предохраняет человека от воздействия аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фосгена, фурфурола, хлористого водорода, хлористого циана и этилмеркаптана, а ДПГ-1, кроме того, защищает еще от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена.

Наружный воздух, попадая в фильтрующе-поглощающую коробку противогаза, предварительно очищается от аэрозолей, паров ХОВ и, поступая затем в дополнительный патрон, окончательно избавляется от вредных примесей.

Респираторы — облегченное средство защиты органов дыхания от загрязнений воздушной среды. Широкое распространение они получили в шахтах, на рудниках, на химически вредных и запыленных предприятиях, при работе с удобрениями и ядохимикатами в сельском хозяйстве. Ими пользуются на АЭС, при зачистке окалины на металлургических предприятиях, при покрасочных, погрузочно-разгрузочных и других работах.

По назначению респираторы подразделяются на противопылевые, противогазовые и газопылезащитные. Противопылевые защищают органы дыхания от аэрозолей различных видов, противогазовые — от вредных паров и газов, а газопылезащитные — от газов, паров и аэрозолей при одновременном их присутствии в воздухе.

Респираторы выпускаются двух типов. К первому типу относятся респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. В респираторах второго типа вдыхаемый воздух очищается в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.

В зависимости от срока службы респираторы могут быть одноразового (ШБ-1, «Лепесток», «Кама», У-2К, Р-2) и многократного использования. В респираторах многократного использования предусмотрена замена фильтров.

Если нет ни противогаза, ни респиратора, то можно воспользоваться простейшими средствами защиты органов дыхания — ват-

но-марлевой повязкой и противопыльной тканевой маской (ПТМ), которые надежно предохраняют органы дыхания человека от воздействия радиоактивной пыли, вредных аэрозолей, бактериальных средств. Следует помнить, что от многих ХОВ они не защищают. Ватно-марлевую (марлевую) повязку накладывают на лицо так, чтобы нижний ее край полностью закрывал подбородок, а верхний — доходил до глазных впадин; при этом она должна плотно прилегать ко рту и носу. Для защиты глаз используют противопылевые очки.

Средства защиты кожи предназначены для предохранения людей от воздействия сильнодействующих ядовитых, отравляющих, радиоактивных веществ и бактериальных средств. Они подразделяются на специальные и простейшие (подручные). В свою очередь специальные подразделяются на изолирующие (воздухонепроницаемые) и фильтрующие (воздухопроницаемые). Специальные средства предназначены для проведения спасательных работ на загрязненной или зараженной территории при ЧС. Простейшие средства защиты кожи позволяют преодолевать зараженные участки местности, выходить из зон, в которых произошел разлив или выброс СДЯВ.

Спецодежда изолирующего типа изготавливается из таких материалов, которые не пропускают ни капли, ни пары ядовитых веществ, а также обеспечивают необходимую герметичность и благодаря этому защищают человека.

Фильтрующие средства делают из хлопчатобумажной ткани, пропитанной специальными химическими веществами. Пропитка тонким слоем обволакивает нити ткани, а пространство между ними остается свободным. Вследствие этого воздухопроницаемость материала в основном сохраняется, а пары ядовитых и отравляющих веществ при прохождении через ткань задерживаются. Такие средства защиты, как правило, выполнены в виде курток с капюшонами, полукombineзонов и комбинезонов (рис. 5.9).

Для защиты от СДЯВ в зоне аварии используют в основном средства защиты изолирующего типа. Например, комплект изолирующий химический КИХ-4 (КИХ-5) предназначен для бойцов газоспасательных отрядов, аварийно-спасательных формирований, специальных подразделений, частей и соединений ГО, выполняющих аварийные, ремонтно-восстановительные и другие неотложные работы в условиях высоких концентраций газобразных ХОВ (хлора, аммиака), азотной и серной кислот. Комплект защитный аварийный (КЗА) обеспечивает комплексную защиту от кратковременного воздействия открытого пламени, теплового излучения и сероводорода. Он используется бойцами спасательных отрядов при проведении аварийных и аварийно-восстановительных работ вблизи источника пламени, во время борьбы с огнем на газоконденсатных и нефтяных месторождениях.

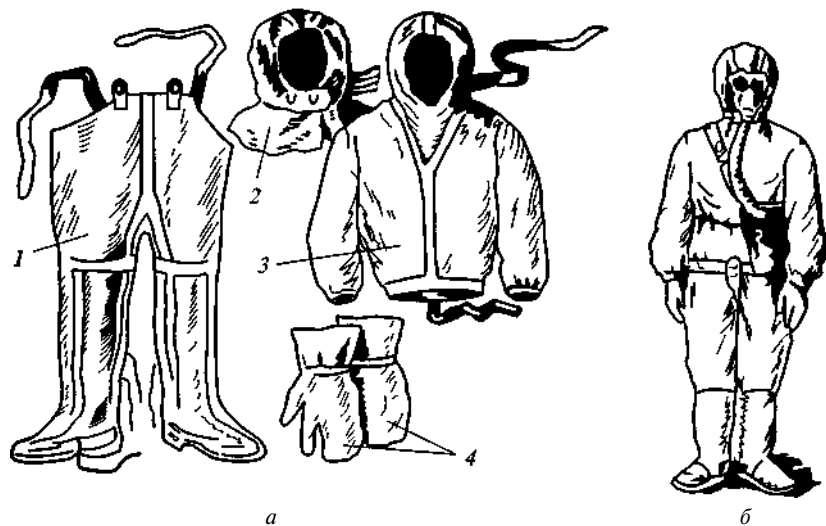


Рис. 5.9. Легкий защитный костюм Л-1 из прорезиненной ткани:
а — элементы костюма; *б* — человек в костюме; 1 — брюки с чулками; 2 — подшлемник; 3 — куртка с капюшоном; 4 — перчатки

Невоенизированные формирования ГО на объектах народного хозяйства, части и соединения ГО, химических войск, другие спецподразделения Вооруженных сил имеют такие изолирующие средства защиты кожи, как общевойсковой защитный комплект, легкий защитный костюм Л-1, защитный комбинезон. Все изолирующие и фильтрующие средства применяются только в комплексе с фильтрующими противогазами.

В качестве простейших средств защиты кожи человека может быть использована производственная одежда: куртки, брюки, комбинезоны, халаты с капюшонами, сшитые в основном из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны предохранять кожу не только от попадания радиоактивных веществ при авариях на АЭС и других РОО, но и от капель, паров капельножидких ХОВ, в том числе и СДЯВ, зимой — до 1 ч, летом — до 30 мин.

Из предметов бытовой одежды наиболее пригодны в качестве средств защиты плащи и накидки из прорезиненной ткани или ткани, покрытой хлорвиниловой пленкой. Защиту могут обеспечить также и зимние вещи: пальто из кожи, грубого сукна или драпа, ватники, дубленки. Их защитное действие длится в течение почти 2 ч, в зависимости от погодных условий, концентрации и агрегатного состояния СДЯВ или ХОВ. После соответствующей подготовки (пропитки) в качестве средств защиты могут быть использованы и другие виды верхней одежды: спортивные костюмы, куртки, особенно кожаные, джинсовая одежда, плащи из

водонепроницаемой ткани. На один комплект одежды достаточно 2,5 л раствора, который готовится на основе водных синтетических моющих веществ (ОП-7, ОП-10, «Новость», «Дон», «Астра» и ДР)» применяемых для стирки белья.

Ноги лучше всего защищают резиновые сапоги промышленного или бытового назначения, резиновые боты, галоши, которые способны не пропускать капельножидкие ХОВ до 3 — 6 ч.

Для предотвращения тяжелых последствий от воздействия на организм человека поражающих факторов ЧС, а также для оказания само- и взаимопомощи в зоне ЧС служат медицинские средства защиты населения. В комплект таких средств входят: медицинская аптечка индивидуальная АИ-2, индивидуальный противохимический пакет ИПП-8А (10А), дегазационный пакет ИДП-С, перевязочный пакет.

В медицинскую аптечку включены радиозащитные, противобактериальные, противоболевые, протившоковые, противорвотные препараты и антидоты. Каждое средство должно использоваться строго по назначению, в соответствии с приложенной к ней инструкцией. Для упрощения пользования аптечкой с внутренней стороны крышки указан порядок укладки средств.

Противохимический пакет предназначен для обеззараживания капельно-жидких СДЯВ, попавших на кожу, одежду или обувь. В герметично закрытом пакете находятся: емкость с дегазирующим раствором, ватно-марлевые тампоны и инструкция для пользователя.

Дегазационный пакет ИДП-С разработан для дегазации оружия и обмундирования в воинских формированиях, находящихся в зоне химического поражения. Он может быть также использован населением для обеззараживания одежды от паров отравляющих веществ типа зоман. Обработка одежды проводится с помощью силикагелевых пакетов, входящих в состав ИДП.

В перевязочный пакет включены стерильные материалы (бинты и подушечки) и булавка для закрепления повязки на грудной клетке.

Правила и порядок пользования средствами индивидуальной защиты должны изучаться населением в рамках специальной программы по гражданской защите от ЧС.

Глава 6

ПЕРВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ ОТ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Первая медицинская (доврачебная) помощь — это комплекс медицинских мероприятий, проводимых внезапно заболевшему или пострадавшему на месте происшествия и в период доставки в медицинское учреждение. Она включает в себя:

немедленное прекращение воздействия повреждающих факторов и удаление пострадавшего из неблагоприятных условий, в которые он попал (из воды, горящего здания, загазованного помещения и т.п.);

оказание первой медицинской помощи пострадавшему в зависимости от характера и вида травмы или острого заболевания (остановка кровотечения, наложение повязки на рану, искусственное дыхание и др.);

организацию скорейшей доставки (транспортировки) заболевшего или пострадавшего в лечебное учреждение.

Первая медицинская помощь оказывается на месте поражения, а ее вид определяется характером повреждений, состоянием пострадавшего и конкретной обстановкой на рабочем месте или в зоне чрезвычайной ситуации [17].

При авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях массовые поражения могут возникнуть внезапно и одновременно. Огромное количество пострадавших будут нуждаться в первой медицинской помощи. Профессионалов — медицинских сестер и врачей — на каждого пострадавшего просто не хватит, да и прибыть в район бедствия они могут не всегда быстро, как этого требует ситуация. Вот почему немедленная помощь может быть оказана только теми, кто окажется рядом с пострадавшим, в порядке взаимопомощи, или самим пострадавшим, если он будет в состоянии это сделать, в порядке самопомощи. Травма может произойти в быту, на отдыхе, в любом непредвиденном месте, поэтому приемами и способами оказания первой медицинской помощи должен владеть каждый человек.

В результате несчастного случая, происшедшего на производстве или в зоне чрезвычайной ситуации, пострадавший может по-

терять сознание. Оказывающий помощь должен четко и быстро отличить потерю сознания от смерти. Признаками жизни являются: сердцебиение, пульс в артериях, дыхание, реакция зрачков на свет. Следует помнить, что отсутствие этих признаков может свидетельствовать только о наступлении клинической, но не физической смерти. В этом случае вовремя и в полном объеме оказанная медицинская помощь может вернуть человека к жизни.

В любом случае при малейших шансах на возможность оживления необходимо оказывать помощь пострадавшему до прибытия врачей скорой медицинской помощи. При оказании первой медицинской помощи важно знать методы и приемы ее оказания при различных поражениях человека. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся виды повреждений организма человека и рекомендуемые способы и приемы оказания первой помощи.

Вывих — это смещение концов костей в суставах относительно друг друга с нарушением суставной сумки. Чаще всего вывихи случаются в плечевом, реже — в тазобедренном, голеностопном и локтевом суставах в результате неудачного падения или ушиба. Вывих характеризуется сильной болью, неподвижностью сустава, изменением его формы.

Вывих самостоятельно вправлять нельзя, так как это только усилит страдания потерпевшего и усугубит травму. При вывихе плечевого сустава рука укладывается на косынку или плотно прибинтовывается к телу.

Растяжение и разрывы связок суставов — это результат резких и быстрых движений, которые превышают физиологическую подвижность суставов. Чаще всего страдают голеностопный, лучезапястный коленный суставы. Отмечается резкая болезненность в суставе при движении, отечность, при разрыве связок — кровоподтек.

Первая помощь сводится к тугому бинтованию путем наложения давящей повязки, наложению компресса (холодного) и созданию покоя поврежденной конечности.

Ушиб — это наиболее часто встречающаяся травма на производстве, при чрезвычайных ситуациях и в быту. Ушибленной конечности создается полный покой, придается возвышенное положение, на место ушиба накладывается тугая давящая повязка, можно также положить холодный компресс или пузырь со льдом. Внутрь принимаются обезболивающие средства.

Ушибы суставов характеризуются резкой болезненностью, припухлостью; движение в поврежденном суставе ограничено. На поврежденное место накладывается тугая давящая повязка, и пострадавший должен быть направлен в лечебное учреждение.

Перелом — это частичное или полное нарушение целостности кости в результате удара, сжатия, сдавливания, перегиба. При полном переломе кости смещаются относительно друг друга, при неполном — на кости образуется трещина. Переломы бывают за-

крытыми, если кожа над ними не повреждена, и открытыми — с нарушением кожных покровов. Характерными общими признаками переломов костей ног и рук следует считать сильную боль в момент травмы и после нее, изменение формы конечности и появление подвижности в месте повреждения.

При оказании первой помощи следует как можно меньше шевелить сломанную ногу или руку. Необходимо обеспечить покой конечности путем наложения шины, как табельной, так и изготовленной из подручного материала. Для шины подойдут любые твердые материалы: доски, фанера, палки и т.п. Шинирование конечности принесет пользу, только в том случае, если будет соблюден принцип иммобилизации (обездвиживания) трех суставов.

При переломе бедра для создания покоя поврежденной ноге снаружи, от стопы до подмышечной впадины, а по внутренней поверхности, от стопы до промежности, прибинтовываются шины (рис. 6.1, *а*). В том случае, если шину изготовить не из чего, можно прибинтовать поврежденную конечность к здоровой (рис. 6.1, *б*).

Шинирование верхних конечностей при переломах плеча и костей предплечья делается следующим образом: согнув поврежденную руку в локтевом суставе и повернув ладонь к груди, накладывают шину от пальцев до противоположного плечевого сустава на спине. Если шины не имеется, то можно прибинтовать поврежденную руку к туловищу (рис. 6.1, *в*) или подвесить ее на косынке.

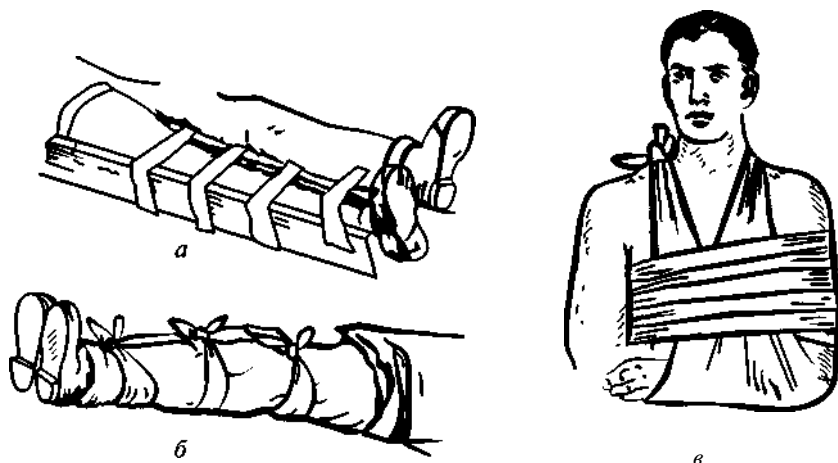


Рис. 6.1. Способы иммобилизации конечностей при переломах: *а* — шинирование нижней конечности, *б* — прибинтование поврежденной нижней конечности к здоровой при отсутствии шины; *в* — прибинтовывание верхней конечности

Все виды шин накладываются на одежду, но предварительно они должны быть, по возможности, обложены ватой и покрыты мягкой тканью.

Пострадавшим с открытыми переломами и кровотечением сначала следует наложить на поврежденную конечность жгут или закрутку, на рану — стерильную повязку, и уже только после этого можно накладывать шину.

Рана — это повреждение целостности кожных покровов тела в результате механического воздействия. Признаки ранения всегда явны: боль, расходящиеся края раны и кровотечение. Любая рана должна быть закрыта, так как через нее проникают различные микроорганизмы, способные вызывать гнойные заболевания кожи и нижележащих тканей, внутренних органов. Лечение ссадин, уколов, мелких порезов заключается в смазывании пораженного места 5 %-ным раствором бриллиантовой зелени и наложением стерильной повязки. Мелкие раны, царапины, уколы, порезы можно смачивать клеем БФ-6, обладающим дезинфицирующим свойством. Загрязненную кожу следует очистить кусочками марли, смоченной одеколоном, спиртом или бензином. Нужно помнить, что ни в коем случае нельзя промывать саму рану.

Лечение более глубоких и обширных ран в принципе такое же, но первая помощь осложнена тем, что такие раны обычно сопровождаются кровотечением. В зависимости от того, какой кровеносный сосуд поврежден, различают три вида кровотечений: артериальное, венозное и капиллярное. При артериальном кровотечении кровь алого цвета из раны бьет «фонтанчиком». При венозном кровотечении кровь темного цвета из раны вытекает маленькой струйкой. Капиллярное кровотечение характеризуется тем, что кровь просачивается мелкими каплями из поврежденных тканей.

В зависимости от вида кровотечения применяются временные и постоянные способы его остановки. Временные способы применяются на месте происшествия в порядке первой помощи, постоянные — в лечебных учреждениях. К временным способам остановки кровотечения относятся: прижатие пальцем кровоточащего сосуда к кости (при артериальном кровотечении сосуд сдавливают выше места его повреждения, а при кровотечении из вены — ниже раны), максимальное сгибание конечности в суставе и наложение жгута или закрутки (рис. 6.2).

Наложение жгута применяется в основном при сильном кровотечении крупных сосудов конечностей. Последовательность его наложения:

придать (по возможности) поврежденной конечности возвышенное положение;

на обнаженную часть конечности выше раны наложить салфетку, сделать несколько ходов бинта или использовать любую другую прокладку (одежду пострадавшего, платок и пр.);

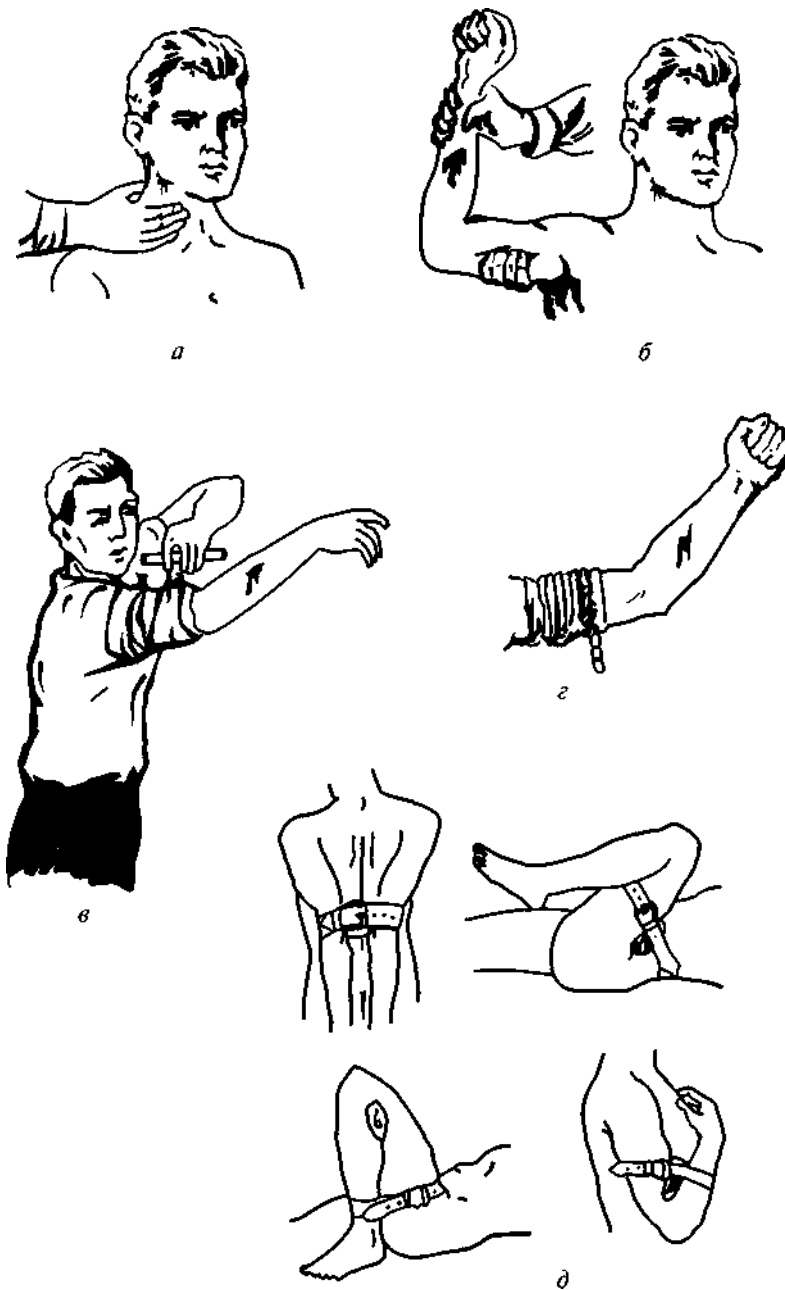


Рис. 6.2. Временные способы остановки кровотечения:
а, б — прижатие пальцем кровоточащего сосуда к кости, *в* — с помощью носового платка; *г* — с помощью табельного резинового жгута; *д* — с помощью ремня

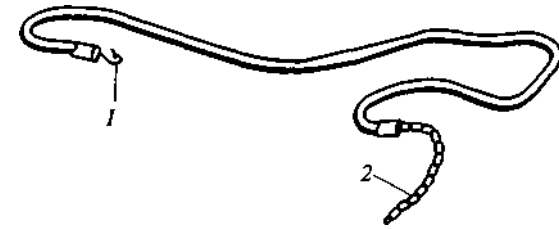


Рис. 6.3. Табельный резиновый жгут:
 / — крючок; 2 — цепочка

сильно растянутый жгут наложить на конечность выше раны на прокладку так, чтобы первые 1 — 2 оборота жгута остановили кровотечение;

закрепить конец жгута с помощью крючка и цепочки (рис. 6.3); поместить под жгут записку, в которой отметить дату и время наложения жгута;

на рану наложить асептическую повязку;

проверить правильность наложения жгута (по прекращению кровотечения, отсутствию пульса на периферических артериях, бледному цвету кожи);

в зимнее время конечности с наложенным жгутом обернуть ватой, одеждой.

Вместо табельного резинового жгута, который далеко не всегда есть под рукой, могут быть использованы шарф, бинт, брючный ремень.

Методика наложения жгута-закрутки (например, носового платка) такая же, как при наложении резинового жгута. Закрутку накладывают выше раны, ее концы завязывают узлом с петлей, в петлю вставляют палочку, с помощью которой закрутку затягивают до прекращения кровотечения, и закрепляют бинтом.

Необходимо помнить, что жгут может быть использован на срок не более 1,5 ч, так как в противном случае конечность омертвеет. При первой же возможности жгут снимают. Если нет такой возможности, то через 1,5 ч следует немного отпустить жгут на 1—2 мин, до покраснения кожи, и снова затянуть его.

Венозное и капиллярное кровотечение достаточно успешно останавливается наложением давящей повязки.

После остановки кровотечения кожа вокруг раны обрабатывается раствором иода, бриллиантовой зелени, спиртом, водкой, или, в крайнем случае, одеколоном. Ватным или марлевым тампоном, смоченным одной из этих жидкостей, кожу смазывают от края раны. Не следует заливать их в рану, так как это, во-первых, усилит боль, во-вторых, повредит ткани внутри раны и замедлит процесс заживления. Если в ране находится инородное тело, ни в коем случае не следует его извлекать.

После наложения повязки и временной остановки кровотечения пострадавшего обязательно направляют в больницу для первичной хирургической обработки раны и окончательной остановки кровотечения.

Ожог — это одна из наиболее часто случающихся разновидностей травматических повреждений. Он возникает вследствие попадания на тело горячей жидкости или пламени и соприкосновения кожи с раскаленными предметами. В зависимости от температуры жидкости, пламени, раскаленного предмета и длительности их воздействия на кожу образуются ожоги разной степени.

Тяжесть ожога, а также время выздоровления зависят от происхождения ожога и его степени, площади обожженной поверхности, особенностей оказания первой помощи пострадавшему и многих других обстоятельств. Наиболее тяжело протекают ожоги, вызванные пламенем, так как температура пламени на несколько порядков выше температуры кипения жидкости.

Пострадавшего необходимо быстро удалить из зоны огня. Если на человеке загорелась одежда, нужно без промедления снять ее или набросить одеяло, пальто, мешок, шинель, тем самым прекратив доступ воздуха к огню. После того как с пострадавшего сбито пламя, на ожоговые раны следует наложить стерильные марлевые или чистые повязки из подручного материала. При этом не следует отрывать от обожженной поверхности прилипшую одежду, лучше ее обрезать ножницами. Пострадавшего с обширными ожогами следует вернуть в чистую, лучше свежевыглаженную, простыню. Появившиеся в результате ожога пузыри ни в коем случае нельзя прокалывать.

Отморожение — это результат длительного воздействия низких температур окружающего воздуха, соприкосновения тела с холодным металлом на морозе, жидким или сжатым воздухом или сухой углекислотой. Известны случаи, когда отморожение наступало при температуре воздуха выше 0 °С при повышенной влажности и сильном ветре, особенно если на человеке была мокрая одежда и обувь. Предрасполагают к отморожению также общее ослабление организма вследствие перенапряжения, утомления, голода и алкогольного опьянения. Чаще всего подвергаются отморожению пальцы ног и рук, уши, нос и щеки.

Необходимо как можно быстрее восстановить кровообращение отмороженных частей тела путем их растирания и постепенного согревания. Пострадавшего желательно занести в теплое помещение и продолжить растирание отмороженной части тела. Если побелели щеки, нос, уши, достаточно растереть их рукой до покраснения и появления покалывания и жжения. Лучше всего растирать отмороженную часть спиртом, водкой, одеколоном или любой шерстяной тканью, фланелью, мягкой перчаткой. Снегом растирать нельзя, так как снег не согревает, а еще больше охлаждает отмороженные участки и повреждает кожу.

Обувь следует снимать осторожно, чтобы не повредить отмороженные пальцы. Если без усилий это сделать не удастся, то обувь распарывается ножом по шву голенища. Одновременно с растиранием пострадавшему нужно дать горячий чай или кофе. После про розовения отмороженную конечность нужно вытереть досуха, протереть спиртом или водкой, наложить на нее чистую сухую повязку и утеплить ватой или тканью. Если кровообращение восстанавливается плохо (кожа остается синюшной), то следует предположить глубокое отморожение и немедленно отправить пострадавшего в больницу.

Шок — это резкий упадок сил и угнетение всех жизненных функций организма, который наступает при обширных повреждениях (ранениях, переломах, ожогах) вследствие перенапряжения нервной системы из-за сильных болевых раздражений, кровопотерь и других причин. Шок сопровождается резким ослаблением сердечной деятельности, в результате которого пульс слабеет, а иногда и вовсе не прослушивается. Лицо становится серым, с заострившимися чертами, покрывается холодным потом. Пострадавший безразличен к окружающему, хотя сознание его сохраняется. Он не реагирует на внешние раздражители, даже на прикосновение к ране.

Пострадавшим, находящимся в шоковом состоянии, необходима немедленная помощь. Прежде всего нужно устранить боль. Если есть возможность, следует ввести болеутоляющие и сердечные средства. Пострадавшего нужно согреть, укрыть одеялом, обложить грелками, дать крепкий чай, вино, в холодное время года — внести в теплое помещение.

Если у пострадавшего, находящегося в состоянии шока, не повреждены органы брюшной полости, рекомендуется давать ему пить воду, растворив в 1 л воды 1 чайную ложку пищевой соды и 1/2 чайной ложки пищевой соли.

Обморок — это внезапная кратковременная потеря сознания. Причинами обморока могут быть большие потери крови, нервное потрясение (испуг, страх), переутомление. Обморок характеризуется побледнением кожных покровов, губ, похолоданием конечностей. Сердечная деятельность ослабляется, пульс едва прощупывается. Обморочное состояние иногда бывает очень кратковременным — всего несколько секунд. Иногда обморок длится 5 — 10 мин и более. Продолжительное обморочное состояние опасно для жизни.

Для оказания помощи пострадавшего нужно вынести на открытое место, куда свободно поступает свежий воздух, придать телу горизонтальное положение, а ноги приподнять выше головы, чтобы вызвать прилив крови к ней. Для облегчения дыхания пострадавшего освобождают от стесняющей одежды: растягивают или надрезают воротник, лифчик, снимают пояс и пр.

Чтобы вывести пострадавшего из обморочного состояния, необходимо обрызгать его лицо холодной водой или дать понюхать нашатырный спирт, медленно поднося к носу смоченный в спирте кусочек ваты или кончик носового платка. Нашатырным спиртом также натирают виски.

Солнечный удар — это следствие перегревания головы на солнце. Первые признаки солнечного удара — покраснение лица и сильные головные боли. Затем появляется тошнота, головокружение, потемнение в глазах и рвота. Человек впадает в бессознательное состояние, у него появляется одышка, ослабевает сердечная деятельность.

Тепловой удар — это болезненное состояние, возникающее вследствие перегрева всего тела. Причинами теплового удара могут быть высокая внешняя температура, плотная одежда, задерживающая испарение кожи, и усиленная физическая работа. Тепловые удары случаются не только в жаркую погоду. Они бывают в горячих цехах, банях, при работе в защитных комбинезонах в слишком душных помещениях. При перегревании тела у человека появляются вялость, усталость, головокружение, головная боль, сонливость. Лицо краснеет, дыхание затрудняется, температура тела повышается до 40 °С. Если не будут устранены причины перегревания, наступит тепловой удар. Человек теряет сознание, падает, бледнеет, кожа становится холодной и покрывается потом. В таком состоянии пострадавший может погибнуть.

Как при солнечном, так и при тепловом ударе пострадавшего нужно уложить в тени на свежем воздухе и провести те же мероприятия, что и при обмороке. Если пострадавший не дышит, необходимо делать искусственное дыхание.

Поражение электрическим током — это результат соприкосновения человека с неизолированными электрическими проводами или воздействия шагового напряжения, при котором у него может наступить кратковременная или длительная потеря сознания, сопровождающаяся остановкой дыхания и расстройством сердечной деятельности. Появляются ожоги у мест входа и выхода тока. В некоторых случаях поражение током способно вызывать мгновенную смерть.

Для оказания помощи пострадавшему необходимо прежде всего прекратить дальнейшее воздействие на него тока, выключив рубильник, отбросив сухой палкой провод или оттащив самого пострадавшего, при этом нельзя касаться ни провода, ни пострадавшего голыми руками. Если нет резиновых перчаток, оказывающий помощь должен обмотать свои руки какой-либо частью одежды, сухой тряпкой, надеть резиновую обувь или встать на сухую доску. Оттаскивая пострадавшего, нужно брать его не за тело, а за одежду.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но дышит самостоятельно, делают то же, что и при обмороке.

На места, где от соприкосновения с током образовались ожоги, накладывают стерильную повязку. Если пострадавший не дышит, необходимо делать искусственное дыхание.

При *отравлении* эффективность первой медицинской помощи возможна только при последовательном и полном проведении следующих мероприятий:

прекращение дальнейшего поступления яда в организм пострадавшего;

обезвреживание яда или продуктов его распада в организме; ослабление или устранение ведущих признаков поражения; профилактика и лечение осложнений.

Попавший внутрь яд удаляют промыванием желудка или вызыванием рвоты. Если пострадавший находится в сознании, ему предлагают выпить 3 — 4 стакана теплой воды и вызвать рвоту. Эта процедура выполняется до 20 раз (3 — 6 л воды). Затем вводится 30 г солевого слабительного со взвесью активированного угля.

Рвоту вызывают механическим раздражением корня языка, задней поверхности глотки, а также массажем в области желудка при согнутом положении пострадавшего.

Для промывания желудка также применяются связующие и адсорбирующие вещества: щелочные растворы гидрокарбоната натрия — при отравлении кислотами — или слабые растворы органических кислот (лимонной, уксусной) — при отравлении щелочами. В качестве связующих и нейтрализующих веществ применяются теплое молоко, слабый раствор марганцовокислого калия, взбитый яичный белок (1 — 3 яичных белка на 1 л воды), растительные смеси, кисель, желе, крахмал (в зависимости от вида яда).

Молоко обладает хорошим обволакивающим действием и способно частично поглощать некоторые яды (соли меди, цинка, ртути, свинца и других тяжелых металлов), образуя менее ядовитые соединения с ними — альбуминаты. Однако распространенное в быту мнение, что молоко нужно давать при всех отравлениях (отпаивать молоком), крайне ошибочно. При попадании в желудок ядов, хорошо растворимых в жирах (дихлорэтан, четыреххлористый углерод, бензол, многие фосфорорганические соединения), давать молоко, а также масло и жиры растительного происхождения абсолютно противопоказано, так как они усиливают всасывание этих ядов.

При внезапной остановке сердца и нарушениях дыхания пострадавшему делают искусственное дыхание и наружный массаж сердца. Правила проведения искусственного дыхания:

по возможности обеспечить приток к пострадавшему свежего воздуха, освободить его от стесняющей одежды;

при наличии во рту пострадавшего рвотных масс, песка, земли и других веществ очистить рот от них указательным пальцем, обернутым платком или куском марли;

если язык запал, вытянуть его;
соблюдать нормальный ритм дыхания (16—18 раз в минуту) и синхронность движений.

Существует несколько способов искусственного дыхания. Чаще всего пользуются способом «изо рта в рот», который основан на активном вдувании воздуха в легкие пострадавшего.

Для проведения искусственного дыхания и наружного массажа сердца пострадавшего кладут на спину и запрокидывают голову назад (рис. 6.4, *а*). Чтобы удержать ее в таком положении, под лопатки подкладывают что-нибудь твердое. Удерживая одной рукой голову пострадавшего в таком положении, другой рукой ему оттягивают нижнюю челюсть книзу, так чтобы рот был полуоткрыт.

Сделав глубокий вдох, оказывающий помощь прикладывает через платок, кусок марли или специальный клапан, имеющийся в аптечке, свой рот ко рту пострадавшего и вдыхает в него воздух из своих легких в течение 2 с. Одновременно пальцами руки, удерживающей голову, он сжимает пострадавшему нос. Грудная клет-

ка пострадавшего при этом расширяется — происходит вдох. Затем оказывающий помощь отнимает свой рот ото рта пострадавшего и, надавливая руками в течение 2 — 3 с на его грудную клетку, выпускает воздух — происходит выдох. Эти действия повторяют 16—18 раз в минуту.

Вдувание воздуха в легкие пострадавшего можно производить и через специальную трубку — воздуховод.

Наряду с остановкой дыхания у пострадавшего может прекратиться деятельность сердца. В этом случае одновременно с искусственным дыханием следует произвести наружный массаж сердца (рис. 6.4, *б*). Если помощь оказывают двое, то один делает искусственное дыхание по способу «изо рта в рот», второй, встав с левой стороны от пострадавшего, кладет ладонь одной руки — сверху на нижнюю треть его грудины, а ладонь другой руки — сверху на первую руку и при выдохе пострадавшего ритмически делает 3 — 4 толчкообразных надавливания. Если помощь оказывает один человек, то, надавив несколько раз на грудину, он прерывает массаж и 1 раз вдувает воздух в легкие пострадавшего, затем повторяет надавливания на грудину и вдувает воздух. И так до тех пор, пока пострадавший не начнет самостоятельно дышать.

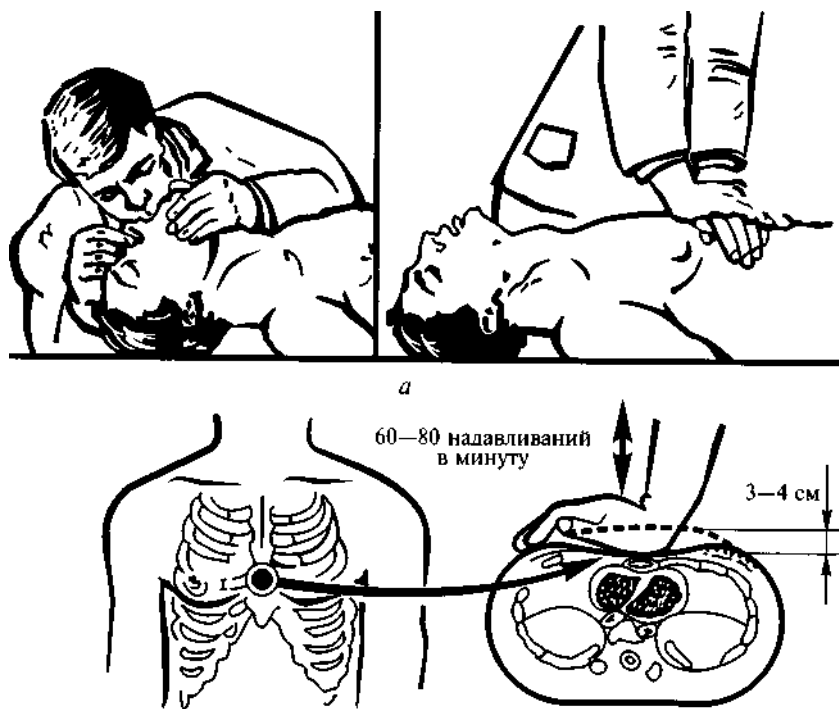


Рис. 6.4. Проведение искусственного дыхания способом «изо рта в рот» (*а*) и непрямого массажа сердца (*б*)

Глава 7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

7.1. Экспертиза и контроль экологичности и безопасности объектов

Под *экологичностью* объекта экономики (промышленного или сельскохозяйственного предприятия, строительного сооружения, объекта энергетики и т.п.) как потенциального источника загрязнения окружающей среды понимается его состояние, при котором соблюдаются допустимые негативные воздействия на природную среду. Одним из видов контроля экологичности такого объекта является экологическая экспертиза [2, 10, 13, 22].

Целью экологической экспертизы является оценка уровня экологической опасности объекта экспертизы и соответствия планируемой хозяйственной деятельности требованиям в области охраны окружающей среды. Объектами экспертизы являются:

- предпроектная и проектная документация на новые или реконструируемые объекты;

- техническая документация на новую технику, технологию, материалы, вещества, используемые в производственном процессе предприятия;

- продукция предприятия (сертифицируемые товары и услуги, которые входят в перечень, утверждаемый федеральным специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы);

- различного вида проекты и документация региональных и федеральных программ экономического развития.

Правовой основой экологической экспертизы служат Федеральные законы «Об охране окружающей природной среды», «Об экологической экспертизе», а также другие нормативно-правовые природоохранные акты.

Различают государственную и негосударственную экологические экспертизы. Государственная экологическая экспертиза про-

водится специальной комиссией, назначаемой федеральным органом исполнительной власти, ответственным за охрану окружающей природной среды (Министерство природных ресурсов РФ). Заключение этой комиссии имеет силу надведомственного документа, обязательного к исполнению.

Государственная экологическая экспертиза, как правило, предшествует принятию решения о строительстве или реконструкции объекта. Это позволяет еще на стадии проектирования выявить потенциальную опасность объекта, допущенные ошибки и просчеты, оценить возможные последствия, принять рациональный вариант решения задачи. Финансирование проекта или программы может быть осуществлено только при положительном заключении государственной экологической экспертизы.

Негосударственная экологическая экспертиза может проводиться комиссиями научных учреждений, общественных организаций (партий, движений и т.п.), независимых аудиторских фирм, отдельных ведомств, органов местного самоуправления и др. Заключение таких комиссий носят рекомендательный характер.

В России экологический аудит следует рассматривать как независимую вневедомственную экспертную проверку экологической безопасности действующего производства, которая проводится на добровольной основе. Право выбора аудитора предоставляется проверяемому предприятию, кроме случаев проверки по поручению государственной экспертизы или государственных органов власти.

В ходе экологического аудита изучается экологический паспорт предприятия; анализируются данные об используемом сырье и поставщиках, технологических схемах производства; проверяются схемы очистки сточных вод и выбросов вредных веществ в атмосферу; определяются реальные результаты экобиозащитных мероприятий и многое другое.

Экологический паспорт промышленного предприятия — это нормативно-технический документ, включающий в себя данные по использованию предприятием ресурсов (природных, вторичных и др.) и определению влияния его производства на окружающую среду.

Аудиторская проверка в целом оценивает степень выполнения предприятием требований законодательных и иных нормативных природоохранных актов и общий экономический ущерб, наносимый окружающей среде.

Экологический аудит — это инструмент внутреннего управления объектом экономики, повышения культуры производства и его экологической безопасности.

Экспертиза и контроль безопасности предприятий проводится на основании Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и иных нормативно-правовых актов.

Под *промышленной безопасностью опасных производственных объектов* понимается состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий и их последствий на объектах экономики, характеризующихся производственным оборудованием, технологическими процессами и работами повышенной опасности.

К категории опасных относятся производственные объекты, на которых:

1) получают, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются или уничтожаются следующие опасные вещества: газы, которые в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися;

окисляющие вещества, поддерживающие горение, вызывающие или способствующие воспламенению других веществ; взрывчатые вещества;

токсичные и высокотоксичные вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие среднюю смертельную дозу при введении в желудок $DL < 200$ мг/кг, или среднюю смертельную дозу при нанесении на кожу $DL < 400$ мг/кг, или среднюю смертельную концентрацию в воздухе $DL < 2$ мг/л;

вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды, характеризующиеся рядом показателей острой токсичности при воздействии в водной среде на рыбу, дафнии и водоросли;

2) используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115°C;

3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскапаторы, канатные дороги, фуникулеры;

4) получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

5) ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

Одним из обязательных условий принятия решения о начале строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации опасного объекта является наличие положительного заключения экспертизы промышленной безопасности проектной документации, утвержденного федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, или его территориальным органом.

Экспертизе промышленной безопасности подлежат: проектная документация на объект; технические устройства, применяемые на объекте; здания и сооружения на объекте; эксплуатационная документация. Экспертизу промышленной безопасности проводит организация, имеющая соответствующую лицензию, выданную

федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, или его территориальным органом.

Производственный контроль за соблюдением промышленной безопасности возложен на руководство и специалистов самого опасного объекта, а надзор за соблюдением нормативно-правовых и нормативно-технических актов — на соответствующие государственные надзорные органы.

Государственная экологическая экспертиза новой продукции (техники, материалов, изделий) — это рассмотрение документации или образцов соответствующих объектов, проводимое экспертными подразделениями органов государственного управления в области природопользования и охраны окружающей среды на федеральном, республиканском и региональном (территориальном) уровнях.

Цель экологической экспертизы новой продукции — предупреждение возможного превышения допустимого уровня вредного воздействия на окружающую среду в процессе ее производства, эксплуатации (использования), переработки или уничтожения.

Экспертиза безопасности должна производиться как на этапе проектирования любого вида оборудования, непосредственно обслуживаемого человеком, так и при эксплуатации.

Учет требований безопасности и экологичности при постановке новой продукции на производство осуществляется на всех стадиях проектно-конструкторской разработки новой техники.

Нормативными документами предусматривается, что в техническое задание на проектирование любого вида технического изделия не допускается включать требования, которые противоречат требованиям стандартов и нормативных документов в области охраны труда, безопасности жизнедеятельности и охраны природы.

Оценку выполненной разработки, принятие решения о производстве и (или) применении продукции проводит приемочная комиссия. При необходимости к работе комиссии могут быть привлечены эксперты сторонних организаций, а также органы, осуществляющие надзор за безопасностью, охраной труда и здоровья, охраной природы.

Для исключения эксплуатации оборудования, не соответствующего требованиям безопасности, производятся предварительные и приемочные испытания оборудования. Применительно к оборудованию повышенной опасности проводятся специальные освидетельствования и испытания.

При поступлении на предприятие новое оборудование и машины проходят входную экспертизу на соответствие требованиям безопасности, которая проводится отделом главного механика (главным механиком) с привлечением механика того подразде-

ления (цеха), в котором его планируют использовать. При поступлении энергетических систем в проверку участвуют также главный энергетик и энергетик указанного выше подразделения. В случае несоответствия оборудования предъявляемым требованиям, оно не допускается к эксплуатации; при этом составляется рекламация (претензия) в адрес завода-изготовителя.

При первом пуске или в случае изменения режима компрессорной установки, а также при ее пуске после капитального ремонта или другой длительной остановки определяют ее характеристики и сравнивают их с характеристиками, прилагаемыми к паспорту машины и заводской инструкции. При необходимости производится соответствующее регулирование по инструкции завода-изготовителя. Кроме того, в процессе эксплуатации периодически снимаются индикаторные диаграммы с компрессорных и силовых цилиндров. Указанный контроль проводит мастер, дежурный инженер или техник.

Гидравлическому испытанию после изготовления подлежат все сосуды, работающие под давлением. В процессе эксплуатации сосуды, поднадзорные органам Госгортехнадзора, проходят периодические освидетельствования в нормативные сроки, определенные для каждого вида сосуда и рабочего тела (жидкости или газа), находящегося в нем.

Вновь установленные грузоподъемные машины до пуска в работу должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию. Грузоподъемные краны, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию: частичному — не реже 1 раза в год; полному — не реже 1 раза в три года, за исключением редко используемых (используемых только при ремонте оборудования), которые должны подвергаться полному техническому освидетельствованию не реже, чем через каждые пять лет.

При техническом освидетельствовании грузоподъемной машины должны быть осмотрены и проверены в работе ее механизмы и электрооборудование, приборы безопасности, тормоза и аппараты управления, а также освещение, сигнализация и габаритные размеры. Кроме того, должны быть проверены: состояние ее металлоконструкций и сварных (заклепочных) соединений, лестниц, площадок и ограждений; исправность крюка, деталей его подвески, канатов и их крепления; состояние блоков, осей и деталей их крепления, а также элементов подвески стрелы у стреловых кранов; заземление электрического крана с определением сопротивления растеканию тока; соответствие массы противовесов и т.д.

Техническое освидетельствование лифтов проводится после монтажа лифта и регистрации его в инспекции Госгортехнадзора, а также периодически — 1 раз в год. Кроме того, проводят частичное техническое освидетельствование лифта при замене

канатов кабины и противовеса, электродвигателя на двигатель с другими параметрами; капитальном ремонте лебедки, тормоза или их замене; замене ловителей, ограничителя скорости и (или) гидравлического буфера (по результатам испытаний соответствующего узла).

Испытания газопроводов на прочность и плотность производятся согласно Правилам безопасности в газовом хозяйстве. Величина давления при испытаниях и их длительность регламентируются указанными Правилами в зависимости от вида газопроводов с учетом значения рабочего давления.

Системы отопления испытывают ежегодно перед пуском в эксплуатацию. Требования по испытаниям напорных водопроводов определены СНиП 3.05.03-85.

Новые или реконструированные вентиляционные системы промышленных предприятий принимает в эксплуатацию в установленном порядке специальная комиссия, в которую включается представитель санитарно-эпидемиологической службы. Текущий санитарный надзор за системами вентиляции действующих промышленных предприятий осуществляется в виде выборочного контроля состояния воздушной среды в рабочей зоне (или на постоянных рабочих местах) и местах расположения воздухозаборных устройств, а также состояния и режима эксплуатации вентиляционных систем.

Важное место в повышении безопасности и экологичности машин и установок занимает функциональная диагностика, которая основана на текущем контроле функционирования технической системы. При текущем контроле фиксируют показания контрольно-измерительных приборов, регистрирующих изменение рабочих параметров, или используют специальные методы диагностики.

7.2. Государственное регулирование отдельных видов экономической деятельности, выпуска продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления

В основе рыночной экономики лежит доктрина невмешательства государства в деятельность физических и юридических лиц, являющихся субъектами рыночных отношений. Однако в ряде случаев государственное регулирование предпринимательской деятельности не только целесообразно, но и необходимо, особенно в области обеспечения прав и свобод личности и общества, а также гарантий безопасности жизнедеятельности. Государственное регулирование экономических видов деятельности может быть нормативно-правовым или может осуществляться с помощью экономических механизмов [2, 3, 10, 13, 16, 22].

Одними из видов нормативно-правового регулирования хозяйственной деятельности, представляющей потенциальную экологическую опасность и (или) опасность для здоровья и жизни работников предприятий или населения, являются лицензирование и сертификация.

Лицензия — это разрешение (право) на осуществление лицензируемого вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданное лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю. Выдача лицензий осуществляется органами исполнительной власти и специальными государственными органами, например Российской транспортной инспекцией, в соответствии с действующим законодательством.

Правовой основой лицензирования является Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности», в котором оговорен перечень видов деятельности, подлежащих лицензированию и другие законы РФ. Лицензированию подлежат те виды деятельности, осуществление которых может повлечь за собой нанесение ущерба правам, законным интересам, нравственности и здоровью граждан, обороне страны и безопасности государства, окружающей среде и регулирование которых не может быть осуществлено иначе, кроме как лицензированием (перевозки транспортными средствами пассажиров и грузов, эксплуатация автозаправочных станций, утилизация отходов промышленного производства и потребления, а также ядерных отходов, деятельность, связанная с культурными и природными памятниками и заповедниками и др.).

В области промышленной безопасности лицензированию подлежит деятельность по проектированию, строительству, эксплуатации, реконструкции, техническому перевооружению и ликвидации опасных объектов; изготовлению, монтажу, наладке, обслуживанию и ремонту технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах; проведению экспертизы промышленной безопасности; подготовке и переподготовке работников опасных производств в учебных заведениях.

Сертификация продукции, работ и услуг — это деятельность по подтверждению соответствия объектов сертификации установленным требованиям. Сертификация может иметь обязательный и добровольный характер. Обязательная сертификация осуществляется в случаях, предусмотренных действующим законодательством. Сертификация является методом объективного контроля качества продукции, работ или услуг. Обязательная сертификация является также средством государственного контроля за безопасностью продукции, в том числе и экологической. На продукцию, прошедшую сертификационные испытания, а также на работы и услуги, отвечающие всем требованиям нормативной

документации, выдается сертификат соответствия — документ установленного образца.

Обязательной сертификации подлежат услуги в области перевозки пассажиров всеми видами транспорта, работы по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств и иные работы, качество выполнения которых напрямую влияет на безопасность жизнедеятельности потребителя и загрязнение окружающей среды; технические устройства, в том числе иностранного производства, применяемые на опасных производственных объектах и др.

Добровольная сертификация продукции, работ или услуг проводится по инициативе юридических и физических лиц. В области безопасности жизнедеятельности производственные предприятия могут, например, пройти добровольную сертификацию на соответствие рабочих мест требованиям по охране труда. Сертификат соответствия может быть выдан предприятию только в том случае, если все рабочие места будут аттестованы по условиям труда, что предполагает их соответствие классу «безопасные условия труда».

7.3. Требования охраны труда и пожарной безопасности при проектировании промышленных предприятий

При проектировании генеральных планов промышленных предприятий требования охраны труда и пожарной безопасности предполагают необходимость учета влияния местных условий на взаимное расположение отдельных производственных зданий и сооружений и, прежде всего, розы ветров [11, 19, 20].

Учет направления, продолжительности и силы ветра позволяет предотвратить возможный перенос огня, искр и вредных газов, как сопутствующих выполнению производственных процессов, так и при чрезвычайных происшествиях на территории предприятия. Сведения о господствующих ветрах получают на метеорологической станции в виде розы ветров. Обычно господствующее направление ветра принимают по средней розе ветров теплого периода года (июль), но можно использовать и среднегодовые данные. Пример розы ветров показан на рис. 7.1. При разработке генерального плана также должна быть обеспечена безопасность людских потоков, соблюдены пожарные разрывы между зданиями, выполнены санитарные требования к территории и благоустройству объекта планировки.

Генеральные планы предприятий разрабатываются в соответствии со СНиП П-89-80* и СНиП 2.07.01-89*. На генеральном плане предприятия изображаются все здания и сооружения, а также железные и автомобильные дороги, тротуары для передвижения людей и наземные эстакады. Масштаб генерального плана обычно

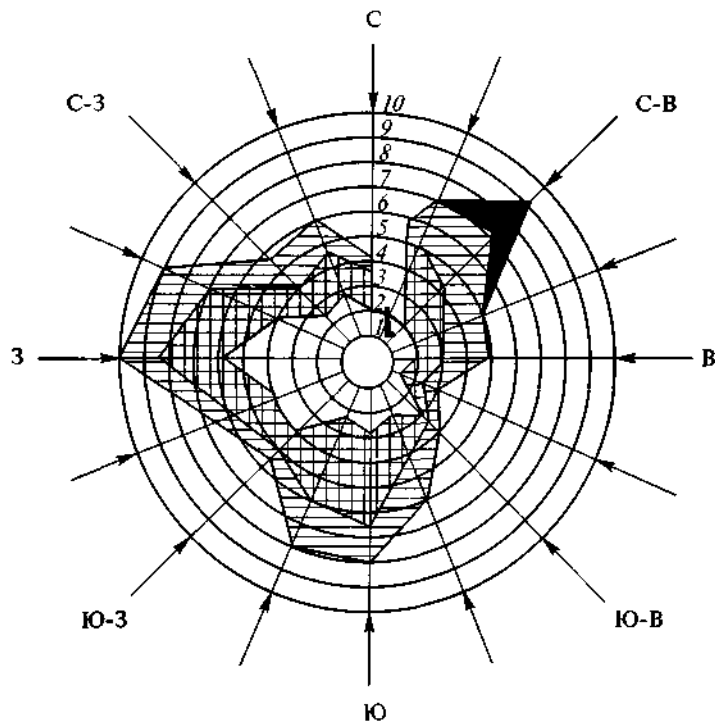
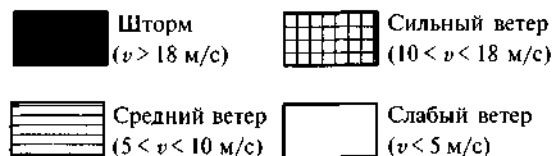


Рис. 7.1. Роза ветров:



1:1000. Проектируются здания, сооружения, асфальтовые покрытия, озеленение территории показывают, используя условные обозначения.

Разработка генерального плана начинается с горизонтальной планировки, которая включает компоновку основных производств, расположение корпусов, сооружений и подъездных путей.

Площадка должна быть расположена на ровном, возвышенном месте с небольшим уклоном, обеспечивающим отвод поверхностных вод, и иметь низкий уровень подпочвенных вод. Она должна удовлетворять санитарным требованиям в отношении солнечного облучения, естественного проветривания и располагаться вблизи энергетических коммуникаций. При расположении зданий следует обеспечивать равномерность естественного освещения. При проектировании предприятий для южных районов страны следует

располагать здания с учетом необходимости отвода тепла. При двустороннем расположении окон здание следует располагать с ориентацией окон на север и юг.

На генеральном плане предприятия с подветренной стороны по отношению к другим объектам располагают котельную, пожароопасные склады и производственные корпуса, в которых происходят процессы с выделением вредных веществ, а также склады токсичных материалов. Подобные объекты размещают дальше от главного входа, а также от зданий, в которых работает основная масса людей, и от мест отдыха работающих на предприятии в теплое время года. В качестве примера на рис. 7.2 показан генеральный план ткацкой фабрики.

Для рационального использования территории предприятия разбивают на несколько функциональных зон, причем каждый объект должен иметь кольцевую систему дорог, а также подъезды для пожарных машин. При зонировании территории целесообразно группировать здания по функциональной принадлежности или по аналогичным режимам работы.

Территория предприятий делится на предфабричную (предзаводскую), производственную, подсобную и складскую зоны.

Предфабричная зона связана с городским транспортом. В ней располагаются здания, в которых размещены административно-управленческие подразделения, пожарное депо, проходная, столовая и некоторые вспомогательные помещения. Производственная зона занимает обычно центральную часть территории предприятия.

Деление на зоны производится с учетом конкретных условий. При этом зоны не имеют ярко выраженных и оформленных границ или ограждений, а в некоторых случаях между ними бывает трудно провести разделительную линию. И все же зонирование дает возможность группировать объекты с учетом производственных и функциональных особенностей, степени пожарной опасности, вредности и общности санитарных условий, грузоемкости и некоторых других показателей.

Производственные корпуса предприятий выполняются обычно по типовым проектам. Они могут быть как одноэтажными, так и многоэтажными. Если в здании располагаются производства с различной степенью вредности, то оно должно быть расположено так, чтобы были обеспечены допустимые условия труда по критерию загрязненности воздушной среды во всех помещениях. Например, при проектировании текстильного комбината, имеющего в своем составе ткацкую, красильно-отделочную, швейную и трикотажную фабрики, расположенные в одном здании, с наветренной стороны здания размещают административно-бытовые помещения со встроенной проходной, швейную и трикотажную фабрики, а с подветренной — ткацкую и красильно-отделочную

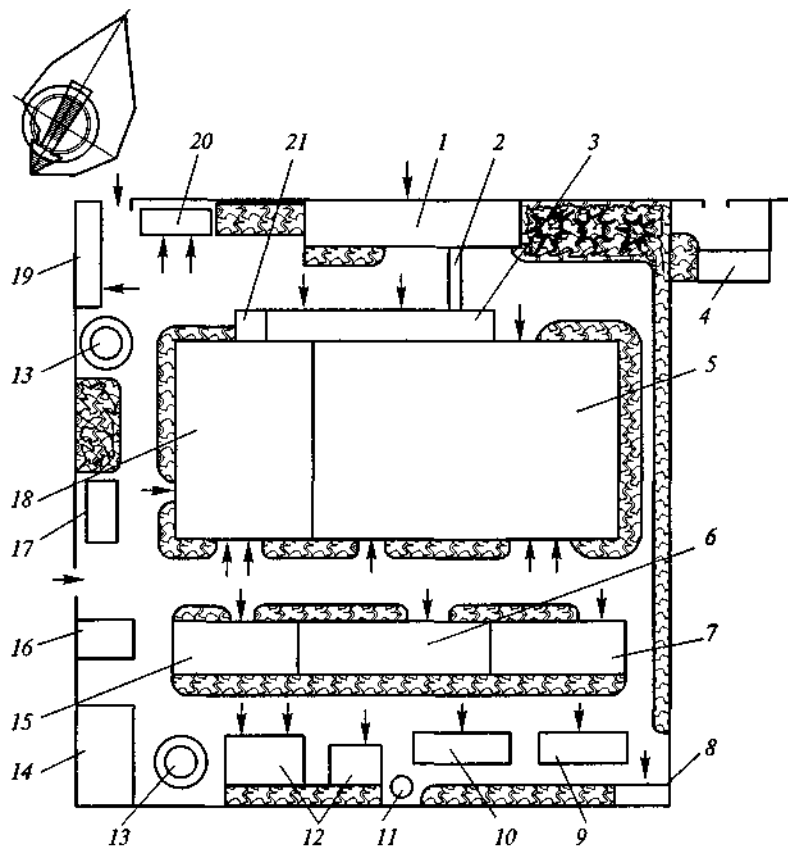


Рис. 7.2. Генеральный план ткацкой фабрики и роза ветров:

1 — административный корпус с проходной; 2 — переход; 3 — бытовые помещения; 4 — спортивный комплекс; 5 — ткацкая фабрика; 6 — центральный материальный склад; 7 — склад сырья; 8 — склад угля; 9 — котельная; 10 — насосная, 11 — водонапорная башня; 12 — ремонтные мастерские; 13 — противопожарный водоем; 14 — склад горюче-смазочных материалов; 15 — склад; 16 — склад красителей и химикатов; 17 — контрольно-сторожевые посты; 18 — отделочная фабрика; 19 — пожарное депо; 20 — аккумуляторная станция; 21 — трансформаторная подстанция

фабрики и склады. Красильно-отделочная фабрика примыкает к наружной подветренной стороне здания для лучшей вентиляции и проветривания помещений.

В некоторых случаях все основные производственные, подсобно-производственные, складские, лабораторные, конторские и бытовые помещения блокируют в объем одного здания.

По условиям безопасности сквозные проезды между производственными зонами, находящимися внутри блокированных корпу-

сов, должны быть шириной не менее 3 м с воротами в противоположных концах здания. Ширина проезда должна обеспечивать нормируемые расстояния приближения движущегося транспортного средства (с учетом маневрирования) к рабочим зонам, оборудованию и строительным конструкциям.

Между производственной территорией предприятия и жилой зоной всегда предусматривается санитарно-защитная зона, ширина которой устанавливается согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий. Ниже приведены сведения о санитарно-защитных зонах для предприятий некоторых отраслей экономики:

защитная зона шириной 300 м — предприятия по непрерывной пропитке тканей и бумаги масляными и масляно-асфальтовыми, бакелитовыми и другими лаками с объемом производства более 300 т в год. Предприятия по производству поливинилхлоридных пленок и пленок из совмещенных полимеров, резины для низа обуви, по пропитке и обработке тканей химическими веществами, за исключением сероуглерода, отбельные и красильно-аппретурные цеха (класс III).

защитная зона шириной 50 м — предприятия по производству пряжи и тканей из хлопкового, льняного и шерстяного волокон при отсутствии красильных и отбельных цехов; предприятия трикотажные и кружевные, по производству ковров и искусственного каракуля, обуви, лакированных кож, изделий из выделанной кожи; валяльные мастерские и швейные фабрики, а также большинство металлообрабатывающих и автотранспортных предприятий и др. (класс V).

Для санитарно-защитной зоны рекомендуется максимальное использование участков с имеющимися зелеными насаждениями, существующими водоемами, местности с неблагоприятным рельефом. В пределах санитарно-защитной зоны можно размещать автомобильные дороги и вспомогательные помещения, гаражи, прачечные, склады.

При использовании санитарно-защитной зоны под застройку необходимо оставлять сплошную зеленую полосу шириной не менее 50 м.

Размещение в санитарно-защитной зоне жилых домов и других зданий с постоянным пребыванием в них людей, а также городских парков, стадионов и детских городков не допускается. Пример взаимного расположения промышленной и жилой зон в техносфере показан на рис. 7.3.

Разрывы между объектами, находящимися на территории предприятия, выбирают в зависимости от огнестойкости проектируемых зданий. Они могут меняться от 9 до 18 м. Необоснованное увеличение разрывов между зданиями и сооружениями приводит к дополнительным расходам в связи с удлинением тепловых, га-

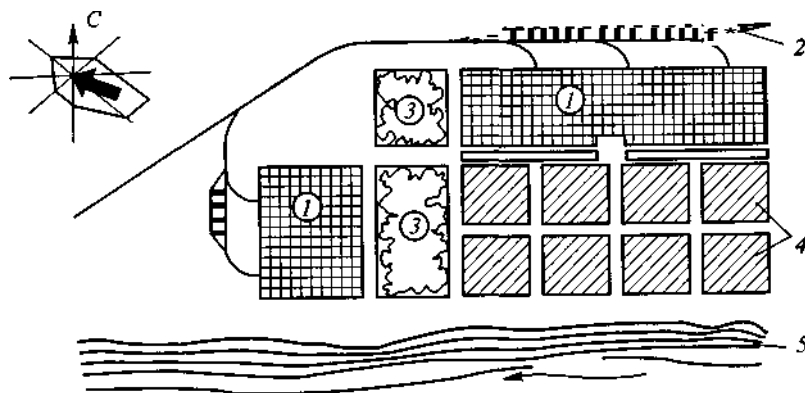


Рис. 7.3. Взаимное расположение промышленной и селитебной зон в техносфере и роза ветров:

/ — промышленный район; 2 — железная дорога; 3 — зеленая зона; 4 — жилой район; 5 — река

зовых и электрических сетей, усложняет обслуживание территории и ее охрану.

При наличии виброопасных технологических процессов в одном из технологических корпусов ближайшие здания и сооружения должны размещаться на расстоянии, достаточном для затухания вибраций грунта.

Санитарный разрыв между зданиями, освещаемыми через окна, должен быть не менее наибольшей высоты карниза противостоящих зданий. Между отдельными корпусами зданий с полузамкнутым двором разрыв принимают равным полусумме высот противостоящих зданий, но не менее 15 м, а при отсутствии вредных выделений — не менее 12 м.

Разрывы между зданиями, в которых расположены особо шумные производства (более 90 дБ), и соседними зданиями должны быть не менее 100 м.

Открытые склады угля, а также опасные и вредные производства должны отстоять от производственных зданий не менее чем на 20 м, от бытовых помещений — на 25 м, от вспомогательных зданий — на 50 м. Эти разрывы должны быть заняты озеленением.

Проезды внутри предприятия должны удовлетворять требованиям организации производства и охраны труда. Они должны соответствовать поточности производства, обеспечивать кратчайшую связь между зданиями и сооружениями, обеспечивать перевозку сырья и готовой продукции по кратчайшим маршрутам с минимальным количеством пересечений и возвратных движений.

Транспортные магистральные проезды не должны совмещаться с пешеходными дорожками. К зданиям по всей их длине дол-

жен быть предусмотрен проезд пожарных машин. Направление сквозных проездов по возможности должно совпадать с направлением господствующих ветров. Ширина проездов принимается кратной 3 м. Расстояние от проезжей части до стен зданий должно быть не менее 25 м.

Внутрифабричные железнодорожные пути нормальной колеи (ширина 1,52 м) должны находиться на расстоянии не менее 6 м от стен зданий и сооружений.

Тротуары на территории предприятия следует размещать вдоль проездов на расстоянии, обеспечивающем безопасность движения людей. Ширина тротуара должна быть кратной 0,75. Минимальная ширина тротуара — 1,5 м. Расстояние от тротуара до стен зданий при наличии организованного слива воды с крыш должна быть не менее 1,5 м.

Возникновение пожаров на промышленных предприятиях в большинстве случаев связано с большим разнообразием и сложностью технологических процессов, в которых применяются вещества, отличающиеся повышенной пожарной опасностью, и необходимостью хранения их в больших количествах. Причиной воспламенения могут стать неисправные электрические машины, при работе которых происходит искрение, а также большие заряды статического электричества, проведение огневых работ (сварочных, кузнечных и т.п.), нарушения технологической дисциплины и требований пожарной безопасности.

Размещение производственных помещений и цехов предприятия должно осуществляться с учетом того, какие огнеопасные вещества или смеси используются в производственных нуждах, при каких условиях происходит контакт данных веществ с воздухом.

Требования взрыво- и пожаробезопасности при проектировании и дальнейшей эксплуатации предприятий устанавливаются строительными нормами и правилами (СНиП 2.09.02-85 и СНиП 2.01.02-85), Правилами устройства электроустановок, а также Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий.

С целью обеспечения лучшего противопожарного режима предприятия на стадии проектирования территорию, здания и производственные помещения группируют по степени пожароопасности. Такой прием называется зонированием. При этом зоны предприятия, имеющие повышенную огнеопасность, располагают с подветренной стороны по отношению к другим зонам. При планировании расположения производственных корпусов учитывают рельеф местности, направление господствующих ветров. Цеха, в которых при осуществлении технологии образуются искры, не располагают в непосредственной близости и с наветренной стороны по отношению к цехам, в которых хранятся или используются легко воспламеняющиеся жидкости.

При проектировании производственных зданий предусматривают такие строительные решения (выбор строительных материалов, устройство путей эвакуации, огнепреграждающих конструкций, противодымной защиты) которые в наибольшей степени обеспечивают пожарную защиту объекта. Особые требования предъявляются к системам вентиляции, отопления и кондиционирования, а также к выбору электрооборудования и систем автоматической сигнализации и пожаротушения.

Особое внимание при проектировании производственных зданий уделяется устройству путей эвакуации для людей при пожаре. Длительность эвакуации людей определяется кратчайшим расстоянием от места нахождения людей до выхода наружу.

Эвакуационные выходы ведут:

из помещений первого этажа непосредственно наружу или через коридор, вестибюль, лестничную клетку;

из помещений второго этажа, или из более высоких, ведущих в коридор, на лестничную клетку. При этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями;

из помещения, не имеющего выхода, в помещение, имеющее выход.

С каждого этажа или помещения должно быть не менее двух выходов. Ширина коридоров в производственных помещениях должна быть не менее 1,5 м.

При проектировании зданий и сооружений для эвакуации людей должны предусматриваться следующие виды лестничных клеток и лестниц: незадымляемые (сообщающиеся с атмосферой или оборудованные устройствами для поддержания подпора воздуха); закрытые с естественным освещением через окна в наружных стенах; закрытые без естественного освещения; внутренние открытые (без ограждающих внутренних стен); наружные открытые. Отделка вестибюлей, коридоров и других путей эвакуации должна быть выполнена из негорючих материалов.

Применение винтовых лестниц, раздвижных и подъемных дверей и ворот, вращающихся дверей и турникетов на путях эвакуации не допускается. Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению к выходу из здания. Лифты и другие механические средства транспортирования людей не следует учитывать при проектировании путей эвакуации.

Удаление газа и дыма из горящих помещений производится через оконные проемы, аэрационные фонари, а также с помощью дымовых люков, оборудованных клапанами, шахт с дефлекторами и с помощью легкосбрасываемых конструкций. Дымовые вытяжные шахты устанавливаются в подвальных помещениях, в перекрытиях складских и бесфонарных помещений производственных зданий.

Наружное пожаротушение должно осуществляться не менее чем от двух пожарных гидрантов или от противопожарного водоема (водоемов) общей вместимостью не менее 100 м³, расположенных на расстоянии не более 200 м от производственных зданий. Наружное противопожарное водоснабжение располагаемых вне населенных пунктов предприятий не обязательно. На таких предприятиях необходимо предусматривать дополнительные стационарные или передвижные огнетушители.

Помещения цехов должны оборудоваться пожарной сигнализацией и автоматическими установками пожаротушения в соответствии с нормами пожарной безопасности. Оборудование пожарной сигнализацией помещений для персонала предприятий с круглосуточным пребыванием в них людей допускается не предусматривать.

7.4. Проектирование рабочих мест с учетом требований охраны труда и эргономики

Под *рабочим местом* понимается часть рабочей зоны или вся зона, в которой работающий выполняет свои функциональные обязанности в процессе трудовой деятельности в течение всего рабочего времени или его части.

Размещение рабочих мест в производственных помещениях обусловлено технологическим процессом основного или вспомогательного производства, видом выполняемых работ, обслуживаемым оборудованием, отнесением рабочего места к категории постоянных или непостоянных рабочих мест. Рабочие места, сгруппированные по видам работ или применяемому оборудованию, располагают при планировке помещения по следующим схемам:

«в затылок» с перпендикулярным расположением оборудования по отношению к проезду (проходу);

«в затылок» с расположением оси оборудования под углом к оси проезда (прохода);

фронтон друг к другу, так что оборудование устанавливается перпендикулярно к проезду (проходу);

боковыми сторонами оборудования друг к другу и фронтом к проезду (проходу);

боковыми сторонами оборудования друг к другу и тыльными сторонами к проезду (проходу).

Расстановка оборудования на участках, где один рабочий может работать поочередно на нескольких станках, верстаках, столах, стендах и т.п., производится в соответствии с технологическим маршрутом, так чтобы исключить встречные и пересекающиеся грузопотоки и обеспечить минимальную траекторию перемещений работающего.

При любой схеме расстановки оборудования на рабочих местах должны выполняться следующие требования:

размещение производственного оборудования должно отвечать требованиям нормативных правовых актов и обеспечивать последовательность операций технологического процесса;

размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и тары в помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала;

расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам;

при размещении производственного оборудования должно учитываться устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, сборочных единиц, деталей и материалов; ширина проезда между оборудованием на рабочих местах или границами рабочего места устанавливается в зависимости от габаритов транспортных объектов и транспортных средств;

рабочие места, проходы, проезды и оборудование должны быть свободными и не должны загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой;

организация рабочего места должна обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда;

верстаки для слесарных работ должны иметь жесткую и прочную конструкцию, они должны быть подогнаны под рост работающих с помощью подставок под них или подставок для ног работающих;

для защиты людей, находящихся вблизи работающего оборудования, от возможных ранений отлетающими частицами обрабатываемого материала должны быть установлены предохранительные сетки высотой не менее 750 мм и размером ячейки не более 3 мм;

верстаки могут размещаться вплотную у стен лишь в тех местах, где нет радиаторов отопления, трубопроводов и прочего оборудования;

вспомогательное оборудование рабочего места (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.) должно располагаться так, чтобы оно не выходило за пределы установленной для рабочего места площади;

материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны находиться на стеллажах в устойчивом положении, удобном для их захвата грузоподъемными механизмами;

инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего

(что берется левой рукой — слева от него, правой рукой — справа); исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование.

Проектирование и организация рабочего места осуществляются на основании технологической документации, охватывающей виды работ (операций), номенклатуру оборудования, оснастки, приспособлений, применяемые режущий, монтажный, измерительный и иной инструмент, и заключаются в выборе рабочей позы работающего, рабочих поверхностей, размещении основного и вспомогательного оборудования, обеспечения допустимых санитарно-гигиенических условий и безопасных условий труда.

Правильный выбор основной рабочей позы имеет большое значение для сохранения работоспособности. Рабочая поза зависит от вида объекта обработки, характера движений и величины усилий работающего. Различают рабочие позы «сидя» и «стоя».

Рабочее место для выполнения работ сидя организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса (категории работ по ГОСТ 12.1.005-88).

Рабочее место для выполнения работ стоя организуют для работ средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя, и требующей свободного перемещения работающего в зоне.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье при работе сидя, рабочие поверхности оборудования, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, биомеханическим и психофизиологическим требованиям, а также характеру работы.

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать:

возможность осуществления работающими всех необходимых движений и перемещений с учетом ограничений, налагаемых спецодеждой и снаряжением;

необходимые зрительные и звуковые связи между работающим и оборудованием или между работающими на разных рабочих местах; возможность защиты работающего СКЗ от опасных и вредных факторов;

возможность и условия экстренного ухода работающего с рабочего места при возникновении опасности;

условия для высокопроизводительного труда, снижения утомляемости, предупреждения ошибочных действий.

Если при проектировании рабочего места есть необходимость перемещения или нахождения работающего выше уровня пола,

то его конструкция должна предусматривать площадки, лестницы, перила и другие устройства, размеры и конструкция которых должны исключать возможность падения работающего и обеспечивать удобное и безопасное выполнение трудовых операций.

К антропометрическим требованиям относятся требования соблюдения размерных характеристик рабочего места. Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Зона досягаемости моторного поля — пространство, ограниченное движениями рук в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Размеры зон применительно к человеку среднего роста даны на рис. 7.4. и 7.5.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием при работе сидя: высоты рабочей поверхности, сиденья и подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности; при работе стоя: высоты рабочей поверхности; подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности.

В случаях, когда невозможно осуществить регулирование высоты рабочей поверхности, ее устанавливают для работающего ростом 180 см. Оптимальная поза работающего более низкого роста

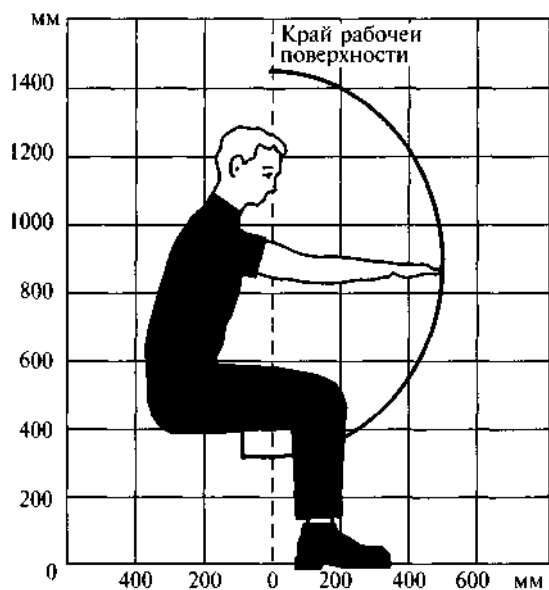
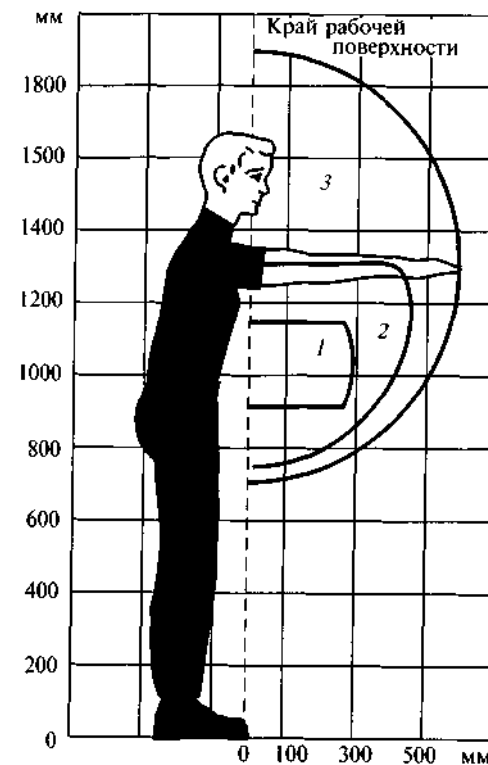


Рис. 7.4. Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости при работе сидя

Рис 7.5. Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости при работе стоя:

1 — зона размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления, а также выполнения ручных операций с частотой две и более операций в минуту (оптимальная зона), 2 — зона размещения используемых органов управления и выполнения ручных операций с частотой менее двух операций в минуту, но не более двух операций в час (зона легкой досягаемости); 3 — зона размещения редко используемых органов управления и выполнения ручных операций с частотой не более двух операций в час (зона досягаемости)



достигается за счет увеличения высоты сиденья и подставки для ног при работе сидя или подставки для ног при работе стоя.

Форма в плане рабочей поверхности различного оборудования (стол, верстак, станок и т.п.) должна проектироваться с учетом характера выполняемой работы и позы работающего. Например, для работы сидя рабочая поверхность может иметь прямоугольную форму, вырез для корпуса работающего или углубления для настольного оборудования; при необходимости на рабочую поверхность устанавливаются подлокотники. При работе стоя форма рабочей поверхности и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15°.

Размещение органов управления на рабочем месте должно соответствовать следующим требованиям:

органы управления располагают в зоне досягаемости моторного поля;

органы управления, используемые до 5 раз в смену, допускается размещать за пределами зоны досягаемости моторного поля;

при работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук;

органы управления, связанные с определенной последовательностью действий работающего, должны группироваться таким образом, чтобы действия осуществлялись слева направо и сверху вниз;

расположение функционально идентичных органов управления должно быть единообразным на всех панелях рабочего места;

расположение органов управления должно обеспечивать равномерность нагрузки обеих рук и ног оператора;

органы управления и связанные с ними индикаторы размещают близко друг от друга функциональными группами таким образом, чтобы орган управления или рука оператора при манипуляциях не закрывали индикатор;

органы управления, применяемые только для технического обслуживания и регулировки, размещаются отдельно от остальных органов управления и изолируются от оператора на период выполнения им основной работы;

аварийные органы управления следует располагать в зоне досягаемости моторного поля; при этом необходимо предусматривать специальные средства опознавания и предотвращения их непроизвольного и самопроизвольного включения в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91.

В ряде случаев на панелях оборудования (диагностического, контрольного, регулировочного), размещаемого на рабочих местах (постах), устанавливаются средства отображения информации (индикаторы, табло, цифровые и стрелочные приборы). К их компонованию и размещению предъявляются следующие требования:

средства отображения информации должны группироваться и располагаться друг относительно друга в соответствии с последовательностью их использования, так чтобы информация считывалась последовательно слева направо или сверху вниз;

лицевые поверхности приборов, табло и других средств следует располагать в оптимальной зоне информационного поля в плоскости, перпендикулярной нормальной линии взгляда оператора, находящегося в рабочей позе; допустимое отклонение от этой плоскости — не более 45°; допустимый угол отклонения линии взгляда от нормальной — не более 25° для стрелочных индикаторов и 30° для индикаторов с плоским изображением;

очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ к нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $+15^\circ$ к следу сагиттальной плоскости*.

Биомеханические требования к рабочему месту устанавливают соответствие усилий, работ, движений, выполняемых в процессе

труда, биофизическим способностям и свойствам организма работающего человека.

Усилия или работа различных групп мышц человека, виды и гмп движений определяют категории тяжести труда. При организации рабочего места необходимо учитывать следующие допускаемые величины (для мужчин):

а) разовый подъем и перемещение тяжестей в течение смены, кг: постоянно — до 15;

при чередовании — до 2 раз в час с другой работой — до 30;

б) динамическая нагрузка на руки при перемещении груза, **1м:**

на расстояние до 1 м — до 50 000;

на расстояние от 1 до 5 м — до 250 000;

на расстояние более 5 м — до 460 000;

в) суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены, кг:

с рабочей поверхности — до 870;

с пола — до 435;

г) статическая нагрузка за смену, кг-с:

одной рукой — до 36 000;

двумя руками — до 70 000;

с участием мышц ног и корпуса — до 100 000;

д) рекомендуемые моменты усилий при взаимодействии с органами управления для предотвращения дрожания конечностей и повышения точности срабатывания, Н-м:

для руки — от 3 до 16,7;

для ноги — от 20 до 80;

е) количество движений в смену (темп):

при локальной нагрузке мышц кистей и пальцев — до 40 000;

при региональной нагрузке мышц рук и плечевого пояса — до 20 000;

количество наклонов корпуса на угол более 30° — до 100.

Взаимное расположение элементов рабочего места, обрабатываемого объекта на рабочей поверхности и работающего должно обеспечивать:

минимум движений рук и ног;

простые траектории движения рук и ног, ритмичность и плавную связь различных движений между собой.

Предпочтительны движения с преодолением усилий более 50 Н от себя — к себе и вверх — вниз.

Допускается периодическое нахождение в неудобной фиксированной позе с невозможностью изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга (до 25 % времени смены с необходимыми перерывами на смену позы и отдых).

Около 80 % аварий и травм связаны с психофизиологическими особенностями человека (так называемый человеческий фактор).

* Сагиттальная плоскость — вертикальная плоскость, проходящая по оси симметрии человека в направлении его взгляда при прямой постановке головы.

Повышенное умственное напряжение, большой или неравномерный с большими перепадами поток информации, плохие каналы информации, противоречивые требования и указания ухудшают восприятие, внимание, память, мышление работающего, становятся причинами неправильных, ошибочных, неосторожных или несанкционированных действий и решений, приводящих к травматизму и аварийной ситуации.

Время оценки сигнала, поступившего через зрительный анализатор, составляет от 150 до 220 мс, через слуховой анализатор — от 120 до 180 мс. Оптимальное количество информации для человека находится в пределах 0,1 — 6,0 бит/с (бит — единица информации типа «да», «нет»).

При организации рабочего места необходимо выполнять следующие правила:

принятие решения должно быть оговорено инструкциями;

реакция оператора на сигналы не должна требовать анализа параметров и умозаключений;

выполнение действий не должно происходить в условиях дефицита времени;

длительность сосредоточенного наблюдения должна быть не более 50 % от времени смены при размере объектов различения от 0,3 до 1 мм и не более 25 % смены при размере объектов менее 0,3 мм;

плотность сигналов не должна превышать 175 бит/ч, а число объектов одновременного наблюдения должно быть не больше 6;

информация, предоставляемая работающему, должна быть удобной и понятной для восприятия, должна обеспечивать скорость и точность восприятия, не должна содержать лишней сведений;

информация по группам однотипных факторов должна выводиться на унифицированные индикаторы;

сигналы опасности и нарушения режимов должны дублироваться, например светом и звуком, показанием прибора и светом и т. п.

Важное значение для снижения утомляемости работающего и уменьшения опасности травматизма имеет цветовое оформление рабочего места, световая сигнализация и знаки безопасности.

7.5. Молниезащита объектов техносферы

Молниезащита — это комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение последствий. Воздействие молнии подразделяют на две группы: первичные, вызванные прямым ударом, и вторичные, индуцированные близкими разрядами молнии или связанные с заносом на объект высокого потенциала по металлическим коммуникациям.

Тяжесть последствия удара молнии зависит от взрыво- или пожароопасности здания или сооружения, а также производства, осуществляемого на объекте.

Для реализации дифференцированного подхода к устройству молниезащиты все объекты разделены на три категории.

К первой, наиболее высокой, категории отнесены производственные помещения, в которых в нормальных технологических режимах могут находиться и образовываться взрывоопасные концентрации газов, паров, пыли, волокон. Любое поражение молнией, вызывая взрыв, создает повышенную опасность разрушений и жертв не только для данного объекта, но и для близко расположенных к нему. К таким объектам относятся автозаправочные станции, склады баллонов с горючими газами, газогенераторные и др.

Во вторую категорию попадают производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы. К таким объектам относятся окрасочные участки, закрытые и открытые стоянки автомобилей, трансформаторные будки и др.

К третьей категории отнесены все прочие производственные объекты, не попавшие в первую и вторую категории.

Здания и сооружения первой и второй категорий должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных ее проявлений и заноса высокого потенциала через наземные, надземные и подземные коммуникации. Объекты третьей категории защищаются от прямых ударов молнии и заноса высокого потенциала через наземные и надземные коммуникации.

Защита объектов от прямых ударов молнии выполняется молниеотводами трех типов: стержневыми (одиночными, двойными и многократными), тросовыми и сетчатыми, которые обеспечивают две защитные зоны: А и Б.

Зона защиты молниеотвода — это пространство, внутри которого объект защищен от прямых ударов молнии с надежностью не ниже определенного значения. Наименьшей и постоянной надежностью обладает поверхность зоны защиты. В глубине зоны защиты надежность выше, чем на ее поверхности.

Зона защиты типа А обладает надежностью 99,5 % и выше, а типа Б — 95 % и выше.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус, вершина которого находится на высоте r_0 . На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого объекта h_x представляет собой круг радиусом r_x . Для одиночных молниеотводов высотой до 150 м параметры зон защиты, м, рассчитываются по следующим формулам:

для зоны А:

$$h_0 = 0,85h;$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h;$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x/0,85);$$

для зоны Б:

$$h_0 = 0,92h;$$

$$r_0 = 1,5h;$$

$$r_x = 1,5(h - h_x/0,92);$$

$$h = (r_x + 1,63h_x)1,5.$$

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой H не более 150 м представлена на рис. 7.6.

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой троса в середине пролета L до 150 м показана на рис. 7.7. Высота опоры h_0 принимается большей на 2 м, чем h при $a \leq 120$ м и на 3 м при $120 < a < 150$ м.

В целях защиты зданий и сооружений любой категории от прямых ударов молнии следует максимально использовать в качестве естественных молниеотводов существующие высокие сооружения (дымовые трубы, водонапорные башни, прожекторные мачты, воздушные линии электропередачи и т.п.), а также молниеотводы других близко расположенных объектов.

В качестве заземлителей молниезащиты допускается использовать железобетонные фундаменты зданий, сооружений, наружных установок, опор молниеотводов при условии обеспечения непрерывной электрической связи по их арматуре и присоединения ее к закладным деталям с помощью сварки.

Искусственные заземлители следует располагать под асфальтовым покрытием или на газонах на расстоянии 5 м и более от грунтовых проезжих и пешеходных дорог.

Защита объектов 1-й категории от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты типа А и предотвращающими термическое воздействие на объект при поражении молнией молниеотвода.

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений 2-й категории с неметаллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты типа А при $N > I$ (N — число поражений молнией в год здания или сооружения) и типа Б при $N < I$.

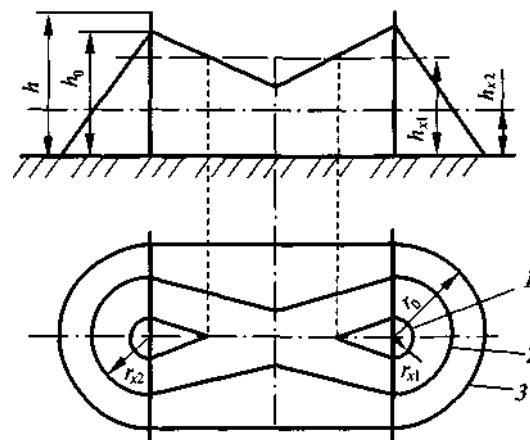


Рис. 7.6. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода:

1 — граница зоны защиты на высоте A_{x1} ; 2 — то же на высоте h_{x2} ; 3 — то же на уровне земли; H — высота молниеотвода; L_0 — вершина кругового конуса; r_0 — радиус защищаемой поверхности на уровне земли; r_{x1} — радиус защищаемой поверхности на высоте h_{x1} ; r_{x2} — радиус защищаемой поверхности на высоте h_{x2}

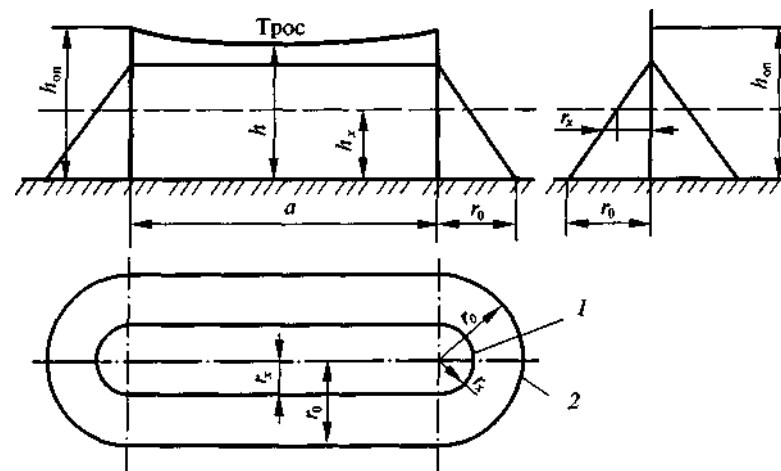


Рис. 7.7. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода:

1 — граница зоны защиты на высоте h_{x1} ; 2 — то же на высоте h_{x2} ; r_0 — радиус защищаемой поверхности на уровне земли; r_x — радиус защищаемой поверхности на высоте h_x ; a — расстояние между опорами; h_{0n} — высота опоры; h — высота троса в середине пролета

При уклоне кровли не более 1:8 может быть также использована молниеприемная сетка. Молниеприемная сетка выполняется из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм с шагом ячеек 6x6 м и укладывается на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию.

Установка молниеприемников или наложение сетки не требуется для зданий и сооружений с металлическими фермами и негоряемыми или трудногоряемыми утеплителем или гидроизоляцией в кровле, а также для зданий с металлической кровлей.

Защита от прямых ударов молнии объектов 3-й категории осуществляется так же, как и для объектов 2-й категории. Используется молниеприемная сетка, с шагом ячеек не более 12x12 м.

Неметаллические трубы, башни или вышки высотой от 15 до 50 м должны защищаться одним стержневым молниеприемником.

Стержневые и тросовые молниеприемники устанавливаются на опорах. Опоры выполняются в виде телескопических мачт из стальных труб, ферм из стального проката, железобетонных или деревянных мачт. Опоры должны быть рассчитаны на механическую прочность как свободно стоящие конструкции, а опоры тросовых молниеотводов — с учетом натяжения троса и действия на него ветровой и гололедной нагрузок.

Стержневые молниеприемники изготавливаются из стали любой марки сечением не менее 100 мм² и длиной не менее 200 мм и защищаются от коррозии оцинкованием, лужением или окраской.

Наиболее пригодными для молниеприемников являются прутки и водопроводные трубы. При использовании трубы ее верхний конец заваривается, расплющивается или плотно закрывается металлической пробкой. Установка молниеприемников на опорах осуществляется при помощи фланцев с болтовым соединением, стяжных планок, закладных соединений или хомутов.

В качестве тросового молниеприемника используется обычно стальной оцинкованный спиральный канат марки ТК сечением 48 мм².

Сетчатые молниеприемники изготавливаются из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм при помощи сварки. Размер ячеек определяется требованиями защиты.

Токоотводы выполняются, как правило, из стального проката (пруток, проволока, полоса) диаметром от 6 до 8 мм для круглого сечения и площадью 48 — 50 мм² при толщине 4 мм для прямоугольного сечения.

Искусственные заземлители выполняются в виде горизонтальных и вертикальных электродов, соединенных сваркой. Они изготавливаются из стали любых марок.

Для горизонтальных электродов обычно используется полоса сечением не менее 48 мм² при толщине 4 мм или уголок того же сечения.

Вертикальные электроды изготавливаются из труб с толщиной стенки не менее 3,5 мм, прутков диаметром 10 — 20 мм и уголков сечением не менее 48 мм².

Для защиты от коррозии электроды подвергают оцинкованию. Покрытие заземленных электродов битумом, краской или лаком запрещено, так как это резко снижает эффект растекания тока в грунте.

7.6. Обеспечение устойчивости промышленных объектов в условиях чрезвычайных ситуаций

Под устойчивостью объектов народного хозяйства, связанных с материальным производством, понимается способность:

материально-технической базы (зданий, сооружений, коммунально-энергетических сетей, станочного парка, автотранспорта и др.) противостоять воздействию негативных факторов ЧС;

производить в необходимых объемах установленную номенклатуру продукции и осуществлять декларированные виды экономической деятельности в условиях ЧС;

в кратчайшие сроки после ликвидации ЧС восстанавливать предситуационное состояние.

На устойчивость объектов в целом влияет множество факторов, среди которых можно выделить следующие: район расположения объекта; генеральная застройка предприятия; вид и система энергоснабжения; применяемые в производственном процессе вещества, материалы, технологические схемы. Влияет также наличие в структуре вспомогательных, ремонтных, строительных и других подсобных служб и подразделений; производственные связи объекта; принятые системы, способы и методы управления предприятием и др. [2, 4, 7].

Устойчивость объекта закладывается на стадиях проектирования и строительства. В процессе эксплуатации предприятия из-за изменяющихся внешних и внутренних условий необходимая устойчивость обеспечивается за счет реализации плана мероприятий, основанного на анализе и оценке устойчивости объекта в текущий момент времени.

Анализ устойчивости отдельных элементов и всего объекта в целом производится из предположения о возникновении ЧС в мирное и военное время. При этом рассматриваются поражающие факторы боевого высокоточного оружия; оружия массового поражения; аварий или катастроф техногенного характера, происшедших как на самом объекте, так и на других, расположенных в пределах досягаемости, предприятиях промышленности, энергетики или транспорта. Рассматриваются поражающие факторы природных опасных явлений, а также негативные последствия возможных диверсий, социальных взрывов или конфликтов на национальной, религиозной и другой основе.

Анализ устойчивости предприятия представляет собой сложную исследовательскую многофакторную задачу, решение которой проводится в два этапа.

На первом этапе оценивается:

уязвимость отдельных элементов объекта и предприятия в целом от воздействия поражающих факторов ЧС;

вероятность выхода из строя или разрушения технологического оборудования и сооружений;

размеры зон поражения, направления распространения ударной волны при взрыве сосудов, находящихся под давлением, огня при пожарах различных видов, токсичных веществ в виде паров или газов и др.

На втором этапе разрабатываются конкретные мероприятия по каждому элементу производственно-технической инфраструктуры предприятия, направленные на повышение надежности объектов.

Исследование устойчивости объекта и разработка мероприятий по ее повышению проводит объектовая комиссия по ЧС при участии инженерно-технологического персонала предприятия.

На основании проделанной работы составляется общий план-график мероприятий по повышению устойчивости объекта в условиях ЧС, который осуществляется по следующим направлениям:

обеспечение защиты и жизнедеятельности рабочих и служащих в условиях ЧС;

обеспечение защиты основных производственных фондов;

заблаговременная подготовка производства к устойчивой работе в условиях ЧС;

подготовка предприятия к проведению спасательных и ремонтно-восстановительных работ;

подготовка системы управления предприятия к функционированию в условиях ЧС.

Глава 8

ПРАВОВЫЕ, ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1. Нормативная база безопасности жизнедеятельности

Система нормативных документов безопасности жизнедеятельности — это совокупность нормативно-правовых, нормативно-технических и методических документов, относящихся к областям охраны труда на производстве, охраны окружающей среды и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций [2, 3].

Нормативно-правовые документы определяют правовые отношения субъектов (государства и гражданина, предприятия и работника и т.п.) и устанавливают права, обязанности и нормы ответственности юридических и физических лиц в соответствующей области безопасности жизнедеятельности.

Нормативно-технические и методические документы устанавливают: правила, общие принципы или характеристики, касающиеся отдельных видов деятельности в области безопасности жизнедеятельности; требования к технологическим процессам и работам, оборудованию, помещениям, зданиям и сооружениям, а также средствам коллективной и индивидуальной защиты; предельно допустимые уровни вредных и опасных факторов и др.

К нормативно-правовым документам относятся:

1. Законы Российской Федерации и законы субъектов Российской Федерации, принимаемые Государственной Думой и законодательными органами субъектов Российской Федерации в соответствии с Конституцией Российской Федерации и регулирующие определенные сферы общественной жизни.

2. Указы Президента Российской Федерации и постановления Правительства Российской Федерации, имеющие нормативный характер.

3. Ведомственные нормативные акты центральных органов исполнительной власти (министерств и ведомств), подлежащие регистрации в Минюсте России:

затрагивающие права, свободы и законные интересы граждан Российской Федерации;

имеющие межведомственный характер;

регулирующие в установленном порядке отношения центральных органов федеральной власти с подведомственными предприятиями, организациями, учреждениями либо затрагивающие права или обязанности их работников.

Ведомственные нормативные акты, подлежащие регистрации в Минюсте России, издаются во исполнение решений высших органов государственной власти и управления по их поручению, а также по инициативе центральных органов федеральной исполнительной власти в соответствии с их компетенцией.

Ведомственные нормативные акты, подлежащие регистрации в Минюсте России, издаются в виде приказов, постановлений, инструкций, положений, указаний.

4. Международные договоры Российской Федерации в области безопасности жизнедеятельности.

5. Нормативно-правовые акты СССР и РСФСР, продолжающие действовать на территории Российской Федерации.

К нормативно-техническим и методическим документам относятся:

стандарты (международные (Правила ЕЭК ООН и др.), государственные (ГОСТ Р), отраслевые (ОСТ), предприятий (СТП)); правила (единые (федеральные), межотраслевые, отраслевые); требования;

нормы (единые (федеральные), межотраслевые, отраслевые); технические условия;

методики;

рекомендации;

руководящие технические материалы;

методические указания;

инструкции (межотраслевые, отраслевые, типовые, для работников, при выполнении работ).

Нормативно-технические и методические документы, как правило, не содержат правовых норм и не подлежат регистрации в Минюсте России. Они принимаются (утверждаются) федеральными министерствами и ведомствами или аналогичными учреждениями субъектов Российской Федерации (ОСТы, правила, нормы и др.), Госстандартом России (ГОСТы, правила по сертификации) и другими органами государственной власти и организациями.

Требования нормативно-технических и методических документов могут быть обязательными (например, требования государственных стандартов, касающиеся безопасности и защиты окружающей среды) и рекомендательными. Обязательность выполнения требований рекомендательных документов может устанавливаться

са самими предприятиями, которые их применяют, а также условиями договоров между организациями.

Система нормативно-правового и нормативно-технического обеспечения охраны труда. Право работников на безопасный труд закреплено в Конституции Российской Федерации (ст. 37, п.3) и других законодательных актах.

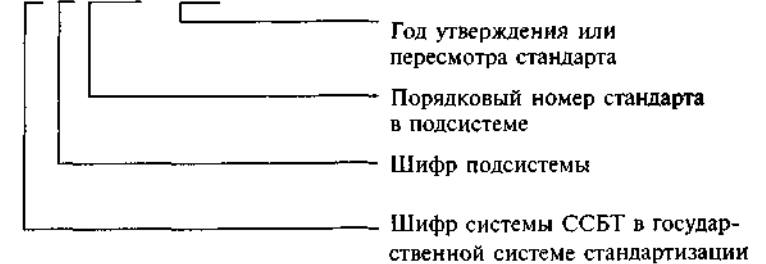
В области охраны труда действуют Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации»; Трудовой кодекс РФ; Гражданский кодекс РФ; Кодекс РФ об административных нарушениях; Уголовный кодекс РФ; Гражданский процессуальный кодекс РФ.

К нормативно-техническим актам по охране труда относятся: отдельные стандарты различного уровня и стандарты, входящие в Систему стандартов безопасности труда (ГОСТ ССБТ, ОСТ ССБТ); Санитарные правила (СП); Санитарные нормы (СН); Гигиенические нормативы (ГН); Санитарные правила и нормы (СанПиН); Строительные нормы и правила (СНиП); Правила по охране труда межотраслевые (ПОТМ) и отраслевые (ПОТО); Правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ); Типовые отраслевые инструкции по охране труда (ТОИ); инструкции по охране труда для работников (И) и др.

Система стандартов безопасности труда представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Государственные стандарты (ГОСТ или ГОСТ Р) ССБТ имеют следующее обозначение:

ГОСТ 12.X.XXX—XX ССБТ



В системе ССБТ имеются следующие подсистемы:

О — организационно-методические стандарты (устанавливают цель, задачи, область распространения, структуру ССБТ и особенности согласования стандартов, терминологию в области охраны труда, классификацию вредных и опасных производственных факторов, принципы организации работы по обеспечению безопасности труда на предприятиях);

1 — стандарты требований и норм по видам опасных и вредных факторов (устанавливают номенклатуру и предельно допустимые уровни опасных и вредных производственных факторов, методы и средства защиты от них работающих, методы контроля уровня этих факторов);

2 — стандарты требований безопасности к производственному оборудованию (устанавливают общие требования безопасности к технологическому и иному оборудованию в целом и по отдельным видам, методы обеспечения безопасности конструкции оборудования на проектно-конструкторской стадии, методы контроля выполнения этих требований);

3 — стандарты требований безопасности к производственным процессам (устанавливают наиболее общие требования безопасности к технологическим процессам в целом и по отдельным группам, методы контроля за соблюдением этих требований);

4 — стандарты требований к средствам защиты работающих (устанавливают виды средств защиты работающих от вредных и опасных производственных факторов, требования к их параметрам и качеству изготовления);

5 — стандарты требований безопасности к зданиям и сооружениям;

6—9 — резерв.

Важное значение в обеспечении безопасности труда работающих имеет наличие в производственных подразделениях и на рабочих местах инструкций по охране труда. На основании типовых инструкций по охране труда (например, «Типовой инструкции по охране труда для слесаря по ремонту технологического оборудования», «Типовой инструкции по охране труда при проведении земляных работ») специалистами предприятия могут разрабатываться инструкции по охране труда как для работников отдельных профессий, так и для проведения определенных работ.

Требования инструкции излагаются в соответствии с последовательностью технологического процесса и с учетом условий, в которых выполняется данная работа. Инструкция для работников должна содержать следующие разделы:

общие требования безопасности; требования безопасности перед началом работы, во время работы; в аварийных ситуациях; по окончании работы.

При необходимости в инструкции включаются дополнительные разделы.

Природоохранное правовое и нормативно-техническое обеспечение. В систему правовой охраны природы России входит четыре группы юридических мероприятий:

1) правовое регулирование отношений по использованию, сохранению и возобновлению природных ресурсов;

2) финансовое, материально-техническое и кадровое обеспечение природоохранных мероприятий;

3) государственный и общественный контроль выполнения природоохранного законодательства и иных нормативных актов, касающихся этой сферы;

4) юридическая ответственность правонарушителей.

Совокупность норм и правовых актов, имеющих объектом правовой охраны природную среду, образуют природоохранное, или экологическое, право (законодательство).

Система экологического права (законодательства) включает в себя две подсистемы: природоохранное и природоресурсное законодательства.

Основным источником экологического законодательства является Конституция Российской Федерации, содержащая две принципиальные нормы, одна из которых закрепляет право каждого человека на благоприятную окружающую среду и возмещение ущерба, причиненного его здоровью вследствие загрязнения этой среды, а другая провозглашает право граждан и юридических лиц иметь в собственности землю и другие природные ресурсы.

Основным природоохранным правовым актом является Закон РФ «Об охране окружающей среды», природоресурсным — Земельный кодекс РФ. Кроме них в систему экологического законодательства входит ряд других законов («О недрах», «Об охране атмосферного воздуха», Водный кодекс и др.) и подзаконных правовых актов. Отдельные аспекты правовой охраны окружающей среды имеются и в других законодательных документах.

Нормативно-техническая документация в области защиты природы включает в себя: санитарные нормы и правила Минздрава России; строительные нормы и правила Комитета по строительной, архитектурной и жилищной политике РФ; систему государственных стандартов «Охрана природы» Госстандарта РФ; нормативные акты Министерства природных ресурсов, Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и других ведомств.

Санитарно-гигиенические нормативы определяют предельно допустимые концентрации вредных веществ (химических или биологических), предельно допустимые уровни шума, вибрации, магнитных и иных полей, радиации в окружающей природной среде (атмосферном воздухе населенных пунктов, почве, водах), устанавливают размеры санитарных защитных зон, нормируют допустимые количества вредных веществ в питьевой воде и продуктах питания.

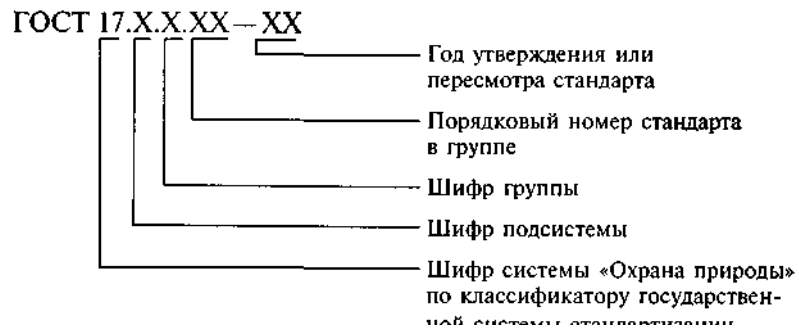
В производственно-хозяйственной сфере санитарные нормы устанавливают предельные нормативы выбросов вредных веществ в атмосферу и сбросов вредных отходов со сточными водами в водные объекты предприятиями различных отраслей экономики.

При строительстве промышленных и сельскохозяйственных предприятий, развитии населенных пунктов, формировании территориально-производственных комплексов требования охраны природы заложены в комплексных нормативах допустимого воздействия на окружающую среду, представляющих собой предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду (ПДН) и нормативы защитных зон.

Предельно допустимые нормы — это допустимые размеры антропогенного воздействия на природные ресурсы или природные комплексы, не приводящие к нарушению экологического равновесия природной среды. Цель разработки ПДН — обеспечение рационального сочетания хозяйственной деятельности общества с охраной природы. Различают ПДН отраслевые и региональные. Первые определяют допустимую нагрузку на отдельные виды природных ресурсов (например, предельное количество домашнего скота на единицу пастбищных угодий), вторые нормируют хозяйственную деятельность в рамках природного комплекса (например, устанавливают экологические ограничения на использование водных ресурсов, рыбных запасов, лесных угодий, развитие промышленности в экосистеме озера Байкал).

Нормы (размеры) санитарных и оздоровительных защитных зон устанавливаются с целью охраны водоемов, источников водоснабжения, курортных и лечебно-оздоровительных зон, заповедников, населенных пунктов и других территорий от загрязнений промышленными выбросами.

Система стандартов «Охрана природы» является частью государственной системы стандартизации и представляет собой совокупность стандартов, направленных на сохранение, рациональное использование и восстановление природных ресурсов. Стандарты, входящие в систему, имеют следующее обозначение:



В строительных нормах и правилах (СНиП) определены нормы проектирования зданий и сооружений, в том числе с учетом требований охраны окружающей среды. Например, в СНиП 2.04.03-85 рассматриваются вопросы очистки и обеззараживания сточных вод,

утилизации осадков, полученных при их очистке на стадии проектирования и строительства систем канализации, наружных сетей и сооружений.

Правовая и нормативно-техническая база безопасности в чрезвычайных ситуациях. Правовую основу деятельности органов и подразделений, осуществляющих защиту населения и территорий от ЧС, составляют:

законы «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О пожарной безопасности», «О чрезвычайных ситуациях», «Об использовании атомной энергии», «Об охране окружающей природной среды», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О гражданской обороне» и др.;

ряд указов Президента Российской Федерации, касающихся функций, прав, обязанностей и других вопросов деятельности организаций, задействованных в различных мероприятиях по наблюдению за состоянием окружающей среды и контролю опасных факторов техногенного и природного характера, разведке и спасанию потерпевших, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

постановления Правительства Российской Федерации, такие как: «О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», «О порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций» и др.

В группу нормативно-технической документации входят все виды нормативных актов, включая комплекс стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Нормы радиационной безопасности. НРБ—99», «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. ППБ 01—93», «Наставление по организации и технологии ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях», сборник Типовых инструкций по охране труда и безопасному ведению поисково-спасательных работ в условиях чрезвычайных ситуаций и др.

Система государственных стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (ГОСТ БЧС) включает в себя ряд стандартов, направленных на достижение единых целей и решение одной группы задач.

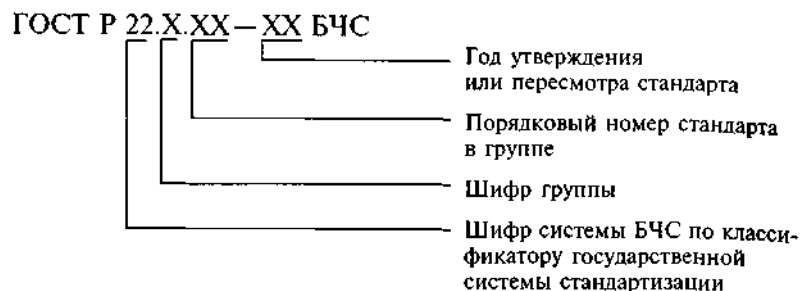
Основными целями комплекса являются:

повышение эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС для обеспечения безопасности населения и объектов экономики на всех уровнях их реализации;

предотвращение или уменьшение материального и экономического ущерба при ЧС;

эффективное и экономное использование материальных и трудовых ресурсов при проведении профилактических, аварийно-спасательных и восстановительных работ при ЧС.

Стандарты, входящие в комплекс БЧС, имеют следующее обозначение:



Комплекс стандартов состоит из десяти групп:

- 0 — основополагающие стандарты;
- 1 — стандарты в области мониторинга и прогнозирования;
- 3 — стандарты в области обеспечения безопасности населения;
- 4 — стандарты в области обеспечения безопасности продовольствия, пищевого сырья и кормов;
- 5 — стандарты в области обеспечения безопасности сельскохозяйственных животных и растений;
- 6 — стандарты в области обеспечения водоисточников и систем водоснабжения;
- 7 — стандарты на средства и способы управления, связи и оповещения;
- 8 — стандарты в области ликвидации ЧС;
- 9 — стандарты в области технического оснащения аварийно-спасательных формирований, средств специальной защиты и экипировки спасателей.

Основополагающий нормативный документ, устанавливающий общие требования пожарной безопасности на территории Российской Федерации — Правила пожарной безопасности (ППБ 01—93), обязательные для исполнения всеми предприятиями, учреждениями и организациями (независимо от форм собственности, вида деятельности и ведомственной принадлежности), их работниками, а также всеми гражданами.

В Правилах определен перечень организационных и технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в населенных пунктах, зданиях жилого фонда, административных и общественных зданиях, на предприятиях промышленности, транспорта, объектах сельскохозяйственного производства.

Правилами установлены требования пожарной безопасности, предъявляемые к зданиям и сооружениям, транспорту, производственному оборудованию и работам для различных отраслей экономики; совместному хранению огнеопасных материалов; обеспече-

нию помещений первичными средствами пожаротушения; инструкциям о мерах пожарной безопасности.

Надзор и контроль выполнения требований законодательных и нормативных актов по безопасности жизнедеятельности. Законодательством в области безопасности жизнедеятельности предусматривается, что надзор и контроль за выполнением нормативно-правовых и нормативно-технических требований осуществляется по государственной и общественной линиям. Государственный контроль и надзор реализуется специальными органами, общественный — профсоюзными и иными общественными организациями, общественными комиссиями, комитетами и уполномоченными представителями трудовых коллективов. Государственный контроль, в свою очередь, подразделяется на вневедомственный контроль федеральных органов надзора и контроля и внутриведомственный контроль в определенных отраслях экономики, который осуществляют органы исполнительной власти Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и местного самоуправления в пределах своих полномочий.

Надзор и контроль в системе охраны труда. Главным надзорным органом является Федеральная инспекция труда при Министерстве труда и социального развития Российской Федерации (Рострудинспекция), в состав которой входят отраслевые инспекции труда. Государственные инспекторы осуществляют надзор и контроль за соблюдением законодательства, иных нормативно-правовых актов и нормативно-технической документации по охране труда; условий социального страхования работников; коллективных договоров на предприятиях любых отраслей экономики независимо от форм собственности.

Правовой надзор точного и единообразного соблюдения трудового законодательства осуществляет прокуратура всех уровней власти.

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор (Госсанэпиднадзор России) проводит контроль выполнения предприятиями и организациями санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемиологических норм и правил. Специалисты Госсанэпиднадзора входят в состав комиссий по аттестации рабочих мест по условиям труда.

Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России) осуществляет контроль правильности устройства и безопасной эксплуатации подъемно-транспортных машин и установок, сосудов, работающих под давлением, котельных установок, трубопроводов пара и горячей воды, а также надзор за безопасным ведением работ в угольной, горнорудной, горнохимической, нефтедобывающей, газодобывающей, металлургической отраслях промышленности и при ведении взрывных работ и других работ повышенной опасности.

Контроль безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации электрических и теплоиспользующих установок и агрегатов проводят органы Государственного энергетического надзора России (Госэнергонадзор).

Государственный надзор за соблюдением правил безопасной эксплуатации установок, имеющих источники ионизирующих излучений, осуществляет Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор).

Все надзорные органы имеют иерархическую структуру, соответствующую административно-территориальному устройству Российской Федерации.

Представители государственных надзорных инспекций при исполнении своих обязанностей являются полномочными представителями государства; они независимы от государственных органов и должностных лиц, находятся под защитой государства и имеют целый ряд прав. Например, государственные инспекторы труда имеют право:

беспрепятственно проходить на все подконтрольные объекты; расследовать несчастные случаи на производстве;

выдавать работодателям и должностным лицам обязательные к исполнению в установленные сроки предписания об устранении нарушений законодательных и иных нормативных актов по охране труда, о привлечении виновных в выявленных нарушениях к дисциплинарной ответственности или об отстранении их от должности в установленном порядке;

налагать на работодателей и должностных лиц в порядке, установленном законодательством об административных правонарушениях, штрафы, а также направлять в правоохранительные органы материалы о привлечении указанных лиц к уголовной ответственности;

приостанавливать работу оборудования или отдельных подразделений предприятий в случае возникновения угрозы для здоровья и жизни работников до устранения отмеченных нарушений.

Отраслевой контроль соблюдения нормативных актов по охране труда осуществляется службами охраны труда, начиная с министерств и ведомств и заканчивая отдельными предприятиями.

На предприятиях контрольные функции осуществляют руководящий состав предприятия и его структурных подразделений, а также специалисты отдела (службы) охраны труда; при его отсутствии — инженер по охране труда либо специалист предприятия, на которого возложены функции инженера по охране труда.

Контроль охраны труда на предприятиях может производиться в различных формах и с различной периодичностью. Различают следующие виды контроля: сплошной, выборочный, ступенчатый, целевой, комплексный, ежедневный, периодический плановый, внеплановый и т.д.

Контроль тяжелых, особо тяжелых, вредных и особо вредных условий труда является одной из важнейших задач администрации при аттестации рабочих мест. Это связано с наличием целого ряда льгот и компенсаций, положенных лицам, занятым на этих работах (увеличенный отпуск, сокращенный рабочий день, доплата к зарплате, право на бесплатное получение молока или лечебного питания, льготная пенсия).

Аттестация рабочих мест по условиям труда проводится в соответствии с Положением о порядке аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденным постановлением Минтруда России в 1997 г.

Нормативной основой проведения аттестации рабочих мест по условиям труда являются: гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса; стандарты ССБТ; санитарные правила и нормы; типовые нормы выдачи специальной одежды и специальной обуви и другие нормативные акты.

При аттестации устанавливается не только уровень вредных факторов на рабочих местах, степень травмоопасности производственного оборудования, обеспеченность работников средствами коллективной и индивидуальной защиты, но и наличие на рабочих местах инструкций по охране труда, в подразделениях — журналов инструктажей и другой документации строгой отчетности по охране труда и безопасному ведению работ, на предприятии — нормативно-технической документации по охране труда.

Результаты аттестации рабочих мест по условиям труда используются в целях:

планирования и проведения мероприятий по охране и условиям труда в соответствии с действующими нормативными документами;

сертификации производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда;

обоснования предоставления льгот и компенсаций работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда;

решения вопроса о связи заболевания с профессией при подорожении на профессиональное заболевание;

рассмотрения вопроса о прекращении или приостановлении эксплуатации цеха, участка, производственного оборудования, изменении технологий, представляющих непосредственную угрозу для жизни или здоровья работников;

включения в трудовой контракт (договор) условий труда работников;

ознакомления работающих с условиями труда на рабочих местах;

составления статистической отчетности о состоянии условий труда, льготах и компенсациях за работу с вредными и опасными условиями труда по форме № 1 — Т;

применения административно-экономических санкций (мер воздействия) к должностным лицам в связи с нарушением нормативных требований по охране труда.

В соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны труда в РФ» профессиональные союзы и иные уполномоченные работниками представительные органы вправе создавать для осуществления контроля соблюдения прав и законных интересов работников в области охраны труда собственные инспекции. Они имеют право:

осуществлять контроль соблюдения работодателями законодательных и иных нормативных актов об охране труда;

проводить независимую экспертизу условий труда и обеспечения безопасности работников предприятия;

принимать участие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также осуществлять их самостоятельное расследование;

предъявлять требования о приостановлении работ в случае возникновения реальной угрозы жизни и здоровью работников;

осуществлять выдачу работодателям обязательных к рассмотрению представлений об устранении выявленных нарушений требований охраны труда;

осуществлять проверку выполнения работодателями пунктов коллективных договоров, касающихся охраны труда работников;

обращаться в соответствующие государственные органы с требованиями о привлечении к ответственности работодателей и должностных лиц, виновных в нарушении требований охраны труда или сокрытии фактов несчастных случаев на производстве;

принимать участие в рассмотрении трудовых споров, связанных с нарушением законодательства об охране труда, коллективных договоров и соглашений, а также с изменением условий труда.

Надзор и контроль соблюдения природоохранного законодательства. Важной частью экологического контроля является экологический мониторинг, включающий в себя системы наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды. В России мониторинг возложен на Федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Госкомгидромет). В системе наблюдений задействованы также другие министерства и ведомства.

По территориальному охвату различают следующие ступени, или блоки, мониторинга:

локальный (биоэкологический), производимый на сравнительно небольшой территории (города, района, поселка и т.п.);

региональный (геосистемный), проводимый на крупных природно-территориальных участках одного или нескольких сопряженных государств;

национальный, проводимый на территории одного государства; глобальный (биосферный), проводимый во всей биосфере планеты или в пределах материков.

С 1995 г. в России с целью повышения эффективности службы наблюдения введена Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ). К основным ее задачам, в частности, относятся введение специальных банков данных, характеризующих экологическую обстановку, и гармонизация их с международными эколого-информационными системами, оценка и прогноз техногенного воздействия на экосистемы и здоровье человека. Помимо экологического мониторинга в систему экологического контроля входят государственный, производственный, муниципальный и общественный контроль.

Под государственным экологическим контролем понимают вид государственной административной деятельности, направленной на обеспечение соблюдения экологического законодательства и выполнение природоохранных мероприятий. Объектами государственного экологического контроля являются: земля, недра, леса, животный и растительный мир, атмосферный воздух, континентальный шельф, природно-заповедный фонд, а также окружающая природная среда в целом. Государственный экологический контроль возложен на органы исполнительной власти, Госатомнадзор России, Министерство природных ресурсов РФ, Федеральную службу лесного хозяйства России, Государственный комитет по земельным ресурсам и землеустройству РФ и некоторые другие организации, осуществляющие государственный контроль в достаточно узком направлении.

Производственный экологический контроль осуществляется предприятиями с целью оценки их деятельности в области природопользования.

Муниципальный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется органами местного самоуправления на территории муниципального образования.

Общественный экологический контроль осуществляется профсоюзными и другими общественными организациями, объединениями, трудовыми коллективами, отдельными гражданами, следящими за выполнением требований законодательства об охране окружающей среды. Общественный экологический контроль неразрывно связан с общественным экологическим движением.

Надзор и контроль исполнения требований нормативной документации, направленных на предотвращение возникновения ЧС. Он возможен на органы исполнительной власти, прокуратуру, управления по делам ГО и ЧС, а также на Госсанэпиднадзор, Госгортех-

надзор России, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России и Федеральную противопожарную службу Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), входящие в РСЧС.

Государственная противопожарная служба МЧС создана с целью защиты жизни и здоровья людей, материальных ценностей от пожаров, организации и осуществления государственного надзора в Российской Федерации за пожарной безопасностью населенных пунктов, а также предприятий, учреждений и организаций независимо от организационно-правовых форм. В Государственной противопожарной службе имеются Главное управление, территориальные управления, отделы и другие подразделения, которые одновременно являются органами государственного пожарного надзора (Госпожнадзор).

В части надзорных функций органы Госпожнадзора выполняют следующее:

рассматривают и согласовывают проекты стандартов, норм, правил и других нормативных документов, содержащих требования пожарной безопасности;

осуществляют государственный надзор за соблюдением министерствами, ведомствами, предприятиями, а также должностными лицами и гражданами законодательства, требований стандартов, норм и правил в области пожарной безопасности;

осуществляют совместно с другими надзорными органами или самостоятельно контроль пожарной безопасности товаров, работ, услуг;

организуют проведение единой научно-технической политики в области пожарной безопасности и др.

Ответственность работодателей, должностных лиц и работников за соблюдение нормативно-правовых и нормативно-технических актов в области безопасности жизнедеятельности определена трудовым, административным, уголовным и гражданским законодательствами. За нарушение природоохранного законодательства, норм и правил пожарной безопасности несут ответственность также и гражданские лица.

Должностные лица могут нести дисциплинарную, административную и уголовную ответственность; работодатели — административную, уголовную и гражданско-правовую; работники — дисциплинарную, материальную и уголовную; граждане — административную, уголовную и гражданско-правовую.

Дисциплинарная ответственность заключается в применении мер дисциплинарного воздействия, вплоть до увольнения с работы как за систематическое, так и за грубое однократное нарушение нормативно-правовых или нормативно-технических актов.

Административная ответственность (предупреждение, штраф, дисквалификация, лишение лицензии на право заниматься определенным видом деятельности и др.) наступает за проступки, предусмотренные Гражданским кодексом РФ об административных правонарушениях и иными нормативными актами. Меры административной ответственности применяются к субъектам ответственности органами государственного надзора и контроля, а также органами исполнительной власти.

Уголовная ответственность наступает в том случае, если установлено, что субъект ответственности совершил правонарушение, попадающее под действие Уголовного кодекса РФ (нарушение норм и правил, повлекшее несчастные случаи с людьми или крупный материальный ущерб). Соответствующую меру наказания виновного лица определяет судебный орган.

Материальная ответственность налагается работодателем на работников, чьими действиями, нарушающими трудовое законодательство, правила охраны труда или пожарную безопасность, нанесен материальный ущерб предприятию.

Гражданско-правовая ответственность состоит в взыскании в пользу потерпевшего причиненных убытков, возмещения причиненного вреда, возложении обязанности устранить нарушение прав других лиц (работников, работодателей или государственных органов).

В области охраны труда такая ответственность заключается в возмещении ущерба, причиненного работнику увечьем или профессиональным заболеванием. До 2000 г. эта ответственность возлагалась непосредственно на работодателей. С введением в действие Федерального закона «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» выплаты всех сумм возмещения вреда производит Фонд социального страхования Российской Федерации. На эти цели все работодатели в обязательном порядке уплачивают этому Фонду страховые взносы, размеры которых определяются в зависимости от уровня профессионального риска, имеющегося в отрасли, к которой относится конкретное предприятие.

Юридическая ответственность за экологические правонарушения является одной из форм государственного принуждения, имеющего целью обеспечение реализации экологических интересов Государства в принудительном порядке. Наиболее успешно эта задача решается межведомственной природоохранной прокуратурой.

Экологические правонарушения различны по своему составу, но наибольшее их число связано с охраной и использованием Животного мира (охота и рыболовство), а также с охраной атмосферного воздуха. Экологические правонарушения, не относящиеся к категории общественно опасных, называются экологическими проступками. Если же они посягают на экологическую безопас-

ность граждан, причиняют вред окружающей среде и здоровью человека, их относят к категории экологических преступлений

Административная ответственность за экологические проступки устанавливается для должностных лиц организаций и предприятий, отдельных граждан. К экологическим проступкам относятся повреждение или уничтожение природных объектов в незначительном объеме, несоблюдение экологических стандартов и требований и т. д. Наиболее распространенная мера административного взыскания — денежный штраф, конфискация орудий и средств совершения правонарушения, изъятие добытой продукции и т. д.

Уголовная ответственность предусмотрена за экологические правонарушения, которые отличаются наивысшей степенью общественной опасности и тяжелыми последствиями.

К тяжелым экологическим преступлениям относятся, например, умышленное уничтожение или повреждение лесных массивов путем поджога, незаконная охота, загрязнение водоемов и атмосферного воздуха и некоторые другие.

Все предприятия и граждане, нарушающие природоохранное законодательство, причинившие вред здоровью, имуществу других граждан и народному хозяйству, обязаны возместить ущерб в полном объеме.

8.2. Управление охраной труда в Российской Федерации

Государственное управление безопасностью (охраной) труда осуществляется федеральными органами исполнительной власти по труду и органами исполнительной власти по труду субъектов Российской Федерации в пределах своей компетенции. Оно заключается в реализации основных направлений государственной политики в области охраны труда, разработке законодательных и иных нормативных актов в этой области, а также требований к средствам производства, технологиям и организации труда, гарантирующим работникам здоровье и безопасные условия труда.

Государственное управление охраной труда осуществляется через государственные органы (Министерство труда и социального развития Российской Федерации, департаменты труда в правительствах субъектов Российской Федерации, специальные комитеты и службы и др.), функции и полномочия которых определяются законодательно. Нормы и правила по безопасности труда² утверждены этими государственными органами управления, обязательны для исполнения на территории Российской Федерации предприятиями всех форм собственности, независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности.

Для ведомственного управления охраной труда отраслевые министерства и ведомства РФ, а также концерны, ассоциации и

другие объединения предприятий обязаны создавать службы охраны труда с вертикальной структурой.

В целях организации работы по обеспечению безопасности труда на предприятии создаются службы охраны труда или привлекаются специалисты по охране труда на договорной основе. Система управления охраной труда (СУОТ) на предприятии предусматривает участие в ней всех представителей администрации, от бригадиров и мастеров до главного инженера и директора. Каждый в пределах своих должностных обязанностей отвечает за обеспечение охраны и безопасности труда.

Структура и численность работников службы охраны труда предприятий определяются работодателем с учетом межотраслевых нормативов численности работников службы охраны труда на предприятии, установленных в нормативных документах. Кроме службы охраны труда в целях обеспечения управления и контроля охраны и безопасности труда на предприятии с числом работающих более 10 чел. создается совместный комитет (комиссия) по охране труда, в который на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов и иных уполномоченных работников представительных органов.

Организация и координация работ по обеспечению безопасности труда возложены на службы охраны труда предприятия. Кроме того, эта служба в соответствии с Положением об отделах охраны труда (техники безопасности) проводит анализ состояния и причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний; разрабатывает совместно с соответствующими службами предприятия мероприятия по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и организует их внедрение; организует работу на предприятии по проведению паспортизации санитарно-технического состояния цехов, аттестации рабочих мест по обеспечению техники безопасности и здоровых условий труда. Общая ответственность за состояние условий труда на предприятии возлагается на работодателя.

Для выработки управленческих решений необходим учет, оценка и анализ показателей состояния безопасности труда. Для этого используются специальные, как правило, интегральные показатели. Для оценки состояния охраны труда на предприятиях рекомендуют использовать обобщенные показатели, характеризующие соблюдение требований безопасности труда работающими, безопасность производственного оборудования, выполнение плановых мероприятий по безопасности труда и т. п.

Одним из таких показателей состояния охраны труда на производственных участках и в цехах является коэффициент уровня охраны труда $K_{от}$, который определяется по формуле

$$K_{от} = (K_{с.п} + K_б + K_{в.п.р})/3,$$

где K_{en} — коэффициент соблюдения правил охраны труда работающих; KQ — коэффициент безопасности оборудования; $K_{впр}$ — коэффициент выполнения плановых работ по охране труда.

Для комплексной оценки условий труда используется гигиеническая классификация труда Минздрава СССР (№ 4137-86), которая предусматривает учет каждого фактора, характеризующего вредность и опасность производственной среды, а также факторов, характеризующих тяжесть и напряженность трудового процесса.

Важнейшей функцией СУОТ является контроль состояния охраны труда, результаты которого служат основой определения показателей и принятия управленческих решений.

Метрологическое обеспечение работ в области безопасности труда, в том числе по оценке условий труда и аттестации рабочих мест, определено ГОСТ 12.0.005—84, согласно которому службы метрологии обязаны давать предложения, касающиеся выбора стандартных методик измерения и соответствующих измерительных приборов.

8.3. Порядок обучения и проверки знаний по охране труда руководителей, специалистов и работников

В системе охраны труда нормативными документами установлен следующий порядок обучения и контроля знаний руководителей предприятий, специалистов и работников.

Руководители и специалисты, вновь принимаемые на работу, проходят вводный инструктаж, затем — периодическое (не реже одного раза в три года) обучение в специальных учебных центрах.

Проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов осуществляется комиссиями, организуемыми на предприятиях с участием государственного инспектора по охране труда, представителя выборного профсоюзного органа, инженеров по охране труда и главных специалистов (энергетик, механик и др.).

Очередная проверка проводится для поступивших на работу или переведенных на другую работу — не позднее одного месяца после назначения на должность; для тех, кто работает постоянно в одной должности (подразделении) — не реже одного раза в три года.

Внеочередная проверка проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки в следующих случаях:

при введении на предприятии новых или переработанных нормативно-правовых актов по охране труда;

при изменении или замене технологических процессов и оборудования, требующих дополнительных знаний по охране труда обслуживающего персонала;

по требованию государственной инспекции труда, департамента труда органа исполнительной власти;

после аварий, несчастных случаев, а также при нарушении руководителями и специалистами или подчиненными им работниками требований норм и правил по охране труда;

при перерыве в работе в данной должности более одного года.

Обучение рабочих основным положениям охраны труда и правилам безопасности при выполнении работ проводится при профессиональной подготовке в учебных заведениях, курсовых комбинатах и профессиональных центрах, а также непосредственно на предприятии через инструктажи. Работники, имеющие профессию и документы о прохождении соответствующего обучения, допускаются к работе без предварительного обучения после прохождения вводного и первичного инструктажей. Знания по безопасности труда работники должны получать также при повышении квалификации или обучении вторым профессиям по специальным программам. Вопросы безопасности труда должны входить в эту программу. Допуск к работе лиц, не прошедших инструктаж по охране труда, запрещается.

Существует два вида инструктажей: вводный и на рабочем месте. Инструктаж на рабочем месте подразделяется на первичный, повторный, внеплановый и целевой. Все инструктажи регистрируются в журналах установленной формы.

Вводный инструктаж проводит работник по охране труда или лицо, назначенное для этой цели из числа специалистов предприятия, со всеми вновь принимаемыми на работу, независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или в должности, а также с командированными, учащимися, студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Вводный инструктаж проводится в кабинете охраны труда с использованием современных технических средств обучения и пропаганды, а также наглядных пособий (плакатов, натуральных экспонатов, макетов, моделей, кинофильмов, диафильмов, диапозитивов). Вводный инструктаж проводится по программе, разработанной с учетом требований стандартов ССБТ, правил, норм и инструкций по охране труда, а также с учетом всех особенностей производства, и утвержденной руководителем предприятия, а также соответствующим выборным профсоюзным органом.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие; с рабочими, переводимыми из одного подразделения в другое; с командированными, учащимися, студентами, прибывшими на производственное обучение или на практику; с работниками, выполняющими новую работу, а также со строителями при выполнении строительно-монтажных работ на территории данного предприятия. Первичный инструктаж на рабочем месте проводят индивидуально с

каждым работником с практическим показом безопасных приемов и методов труда, в соответствии с инструкциями по охране труда, разработанными для отдельных профессий и видов работ с учетом требований стандартов ССБТ

Для лиц, не связанных с обслуживанием, испытанием, наладкой, ремонтом подвижного состава и оборудования, использованием инструмента, хранением сырья и материалов, первичный инструктаж на рабочем месте, а также повторный инструктаж не проводятся. Список профессий работников, освобожденных от первичного и повторного инструктажей на рабочем месте, утверждает руководитель предприятия по согласованию с выборным профсоюзным органом.

Каждый рабочий, имеющий профессию, после первичного инструктажа на рабочем месте для усвоения навыков безопасных приемов работы прикрепляется на 2—5 смен (в зависимости от характера и сложности профессии) к бригадир-наставнику или опытному работнику, под руководством которого он выполняет работы. После этого руководитель данного участка, убедившись в усвоении вновь поступившим работником безопасных приемов работы, оформляет допуск его к самостоятельной работе.

Повторный инструктаж проходят все работающие, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте, независимо от их квалификации, образования и стажа работы, не реже 1 раза в шесть или три месяца, в зависимости от отрасли, к которой относится предприятие. Повторный инструктаж проводится в целях закрепления знаний безопасных методов и приемов труда по программе первичного инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж проводится в следующих случаях:

при изменении правил по охране труда;

при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструментов, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

при нарушениях работающими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;

при перерывах в работе (на 30 календарных дней и более — для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда; для остальных работ — 60 дней и более).

Объем и содержание этого инструктажа определяется в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Первичный на рабочем месте, повторный и внеплановый инструктажи проводит непосредственный руководитель работ, и

чем повторный и внеплановый — индивидуально или с группой работников одной профессии.

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузке, разгрузке, уборке территории и т.п.); ликвидации последствий аварий, бедствий и катастроф; производстве работ повышенной опасности, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы; проведении экскурсий на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися.

Работники и специалисты, занятые на работах, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности допускаются к самостоятельной работе только после курсового обучения по типовым программам, сдачи экзаменов в установленном порядке и получения удостоверения на право производства работ и обслуживания определенного оборудования. К этой категории относятся следующие профессии: аккумуляторщики; вулканизаторщики; газо- и электросварщики; маляры; медники; электрики, обслуживающие установки с напряжением питания свыше 42 В; стропальщики; такелажники; зацепщики; машинисты (кочегары) котельных; рабочие и специалисты, занятые обслуживанием, ремонтом и эксплуатацией транспортных и грузоподъемных механизмов; рабочие и специалисты, занятые обслуживанием, ремонтом и эксплуатацией сосудов, работающих под давлением; кузнецы; литейщики изделий из пластмасс и др. В дальнейшем ежегодно работники этой категории подвергаются проверке знаний безопасных методов и приемов работы, которая оформляется протоколом. Лица, знания которых признаны неудовлетворительными, не допускаются к самостоятельной работе и должны пройти повторное обучение с последующей проверкой знаний.

8.4. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве

Расследование и учет несчастных случаев на производстве осуществляется в соответствии с Положением, утвержденным постановлением Правительства РФ № 279. В соответствии с данным Положением расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие на производстве с работниками и другими лицами при выполнении ими трудовых обязанностей и работы по заданию организации или индивидуального предпринимателя, в число которых входят.

работники, выполняющие работу по трудовому договору (контракту);

граждане, выполняющие работу по гражданско-правовому договору;

студенты образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, учащиеся образовательных учреждений среднего, начального профессионального образования и образовательных учреждений основного общего образования, проходящие производственную практику в организациях;

лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду администрацией организации;

другие лица, участвующие в производственной деятельности организации или индивидуального предпринимателя.

Расследуются и подлежат учету следующие несчастные случаи на производстве: травмы, в том числе полученные в результате нанесения телесных повреждений другим лицом; острые отравления; тепловые удары; ожоги; обморожения; утопления; поражения электрическим током, молнией, излучением; укусы насекомых и пресмыкающихся; телесные повреждения, нанесенные животными; повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату трудоспособности либо его смерть, если они произошли:

1) в течение рабочего времени на территории организации или вне территории организации (включая установленные перерывы), а также во время, необходимое для приведения в порядок орудий труда, одежды и т.п. перед началом или по окончании работы, а также при выполнении работы в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни;

2) при следовании к месту работы или с работы на предоставленном работодателем транспорте либо на личном транспорте при соответствующем договоре или распоряжении работодателя о его использовании в производственных целях;

3) при следовании к месту командировки и обратно;

4) при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель, сменщик на автотранспортном средстве, проводник или механик рефрижераторной секции в поезде и т.п.);

5) при работе вахтово-экспедиционным методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;

6) при привлечении работника в установленном порядке к участию в ликвидации последствий катастрофы, аварии и других чрезвычайных происшествий природного и техногенного характера;

7) при осуществлении не входящих в трудовые обязанности работника действий, но совершаемых в интересах работодателя

или направленных на предотвращение аварии или несчастного случая.

О каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, пострадавший или очевидец несчастного случая извещает непосредственного руководителя работ, который обязан:

немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости — доставку его в учреждение здравоохранения; сообщить работодателю или лицу, им уполномоченному, о происшедшем несчастном случае;

принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц; сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку такой, какой она была на момент происшествия (если это не угрожает жизни и здоровью других людей и не приведет к аварии). В случае невозможности ее сохранения — зафиксировать сложившуюся обстановку (схемы, фотографии и т.п.).

При групповом несчастном случае (два и более человек), тяжелом несчастном случае на производстве (по схеме определения тяжести несчастных случаев на производстве, утвержденной Министерством здравоохранения Российской Федерации по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации), несчастном случае на производстве со смертельным исходом работодатель или уполномоченное им лицо в течение суток по форме, установленной Министерством труда и социального развития Российской Федерации, обязаны сообщить о несчастном случае, произошедшем в организации:

в государственную инспекцию труда по субъекту Российской Федерации;

прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;

орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации; федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;

организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай,

территориальное объединение профсоюзов;

территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (на объекте), подконтрольной этому органу.

О случаях острого отравления работодатель или уполномоченное им лицо сообщают также в территориальный орган санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

Работодатель обязан обеспечить своевременное расследование несчастного случая на производстве и его учет. Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда, представители работодателя, профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа (например, член комитета или комиссии по охране труда из числа представителей работников, уполномоченный по охране труда). Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченное им лицо которое утверждается приказом работодателя.

Для расследования группового несчастного случая, тяжелого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются: государственный инспектор по охране труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления, представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор по охране труда.

В случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель органа санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

При групповом несчастном случае с числом погибших пять и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда при Министерстве труда и социального развития Российской Федерации, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор по охране труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, — руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством Российской Федерации.

Расследование обстоятельств и причин несчастного случая на производстве, который не является групповым и не относится к категории тяжелых или со смертельным исходом, проводится комиссией в течение трех дней.

Расследование группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

По результатам расследования несчастного случая комиссия составляет акт о расследовании по форме Н-1, а при тяжелом или групповом несчастном случае дополнительно составляет акт по форме согласно приложению 1 Положения.

Расследованию подлежат, но по решению комиссии могут не считаться несчастными случаями на производстве, не учитываться и оформляться актом произвольной формы:

смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;

смерть, единственной причиной которой явилось алкогольное или наркотическое опьянение (отравление) работника, не связанное с нарушениями технологического процесса, в котором используются технические спирты, ароматические, наркотические и другие аналогичные вещества;

несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим проступка, содержащего по заключению представителей правоохранительных органов признаки уголовно наказуемого деяния.

Акты по форме Н-1 регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве по форме, установленной Министерством труда и социального развития РФ.

Акт о расследовании группового несчастного случая, тяжелого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом с документами и материалами расследования и копии актов по форме Н-1 на каждого пострадавшего в трехдневный срок после их утверждения направляются в прокуратуру, в которую сообщалось о несчастном случае. Копии указанных документов направляются также в государственную инспекцию труда по субъекту Российской Федерации, территориальный орган государственного надзора по несчастным случаям, происшедшим в подконтрольных им организациях (объектах), Федеральную инспекцию труда при Министерстве труда и социального развития РФ и федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности для анализа состояния и причин производственного травматизма и разработке предложений по его профилактике.

8.5. Единая Российская государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Развитие системы защиты населения в экстремальных ситуациях происходило в России в ходе трех условно выделенных этапов [18].

Первый этап — с 1920-х гг. до 1987 г. На этом этапе система безопасности жизнедеятельности населения создавалась в двух обособленных направлениях:

обеспечение безопасности в производственной среде;

защита населения при стихийных бедствиях и в условиях воздействия поражающих факторов во время возможной войны.

Концепция обеспечения безопасности в производственной сфере в этот период исходила из того, что реальные производственные опасности и последствия их возникновения могли распространяться только локально, в пределах народно-хозяйственного объекта. Поэтому достаточно было иметь отраслевые системы безопасности, базирующиеся на правилах промышленной са-

нитари и техники безопасности конкретного предприятия или производства, действующих в пределах производственных территорий.

Обеспечение защиты населения в военный период возлагалось на систему гражданской обороны.

Системе ГО также вменялось в обязанность обеспечение жизнедеятельности населения при стихийных бедствиях (наводнениях, землетрясениях, ураганах и др.).

Второй этап — с 1987 по 1991 г. Его можно охарактеризовать как период переоценки взглядов на концепцию функционирования и развития общегосударственной системы защиты населения от ЧС в мирное время. Для современных объектов экономики, энергетики, перерабатывающей промышленности, транспорта характерна концентрация опасностей, связанная с широким использованием в больших объемах и накоплением на ограниченном пространстве атомных и химических энергоносителей, СДЯВ, способных гореть, взрываться, заражать при аварийной ситуации значительные территории и наносить значительный урон населению.

Возникла необходимость создания качественно новых уровней безопасности, уровней инженерно-технических и организационных мероприятий, способных предотвратить крупные аварии и катастрофы, уменьшить число потенциальных жертв, а также объединить усилия различных ведомств и служб по оперативному реагированию на ЧС. Практика действий по защите населения и ликвидации их последствий показала, что существовавшая до этого система ГО по своему статусу, структуре и силам не может обеспечить эффективное решение всех проблем, возникающих и порождаемых ЧС. Стало очевидным, что стране необходим орган, который смог бы разработать и внедрить в практику концепцию создания принципиально новой государственной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения.

Третий этап — с конца 1991 г. по настоящее время. Это этап становления и развития Единой государственной системы защиты населения и территории от ЧС. Новая концепция защиты населения от ЧС реализуется через единую государственную политику, сущность которой представляет собой совокупность научно обоснованных теоретических положений, правовых и экономических норм, организационных мер, направленных на предотвращение и ликвидацию ЧС с целью защиты жизни и здоровья людей, объектов экономики и окружающей природной среды. Реальное воплощение в жизнь новой концепции стало возможным с созданием МЧС России.

Создана РСЧС в 1992 г. в целях координации деятельности органов государственного управления РФ всех уровней по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характеров. Она должна предупреждать ЧС, а в случае

их возникновения в мирное и военное время — ликвидировать последствия, обеспечивать безопасность населения, защищать окружающую среду и уменьшать ущерб народному хозяйству.

В рамках РСЧС МЧС России, являясь федеральным органом исполнительной власти, осуществляет общее руководство и координацию работ в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации ЧС.

РСЧС объединяет органы управления, силы и средства Федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов защиты населения и территорий от ЧС. Структура РСЧС показана на рис. 8.1.

РСЧС имеет пять уровней: федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый.

Территория Российской Федерации поделена на девять крупных регионов, в которых управление силами и средствами осуществляют региональные центры МЧС России. Министерство имеет в непосредственном подчинении специальные воинские части, Центральный аэромобильный спасательный отряд (Центроспас), авиационные предприятия и Национальный корпус чрезвычайного гуманитарного реагирования.

Территориальные подсистемы РСЧС созданы в субъектах РФ в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

Местные подсистемы РСЧС функционируют на уровне местного самоуправления в городских и сельских населенных пунктах.

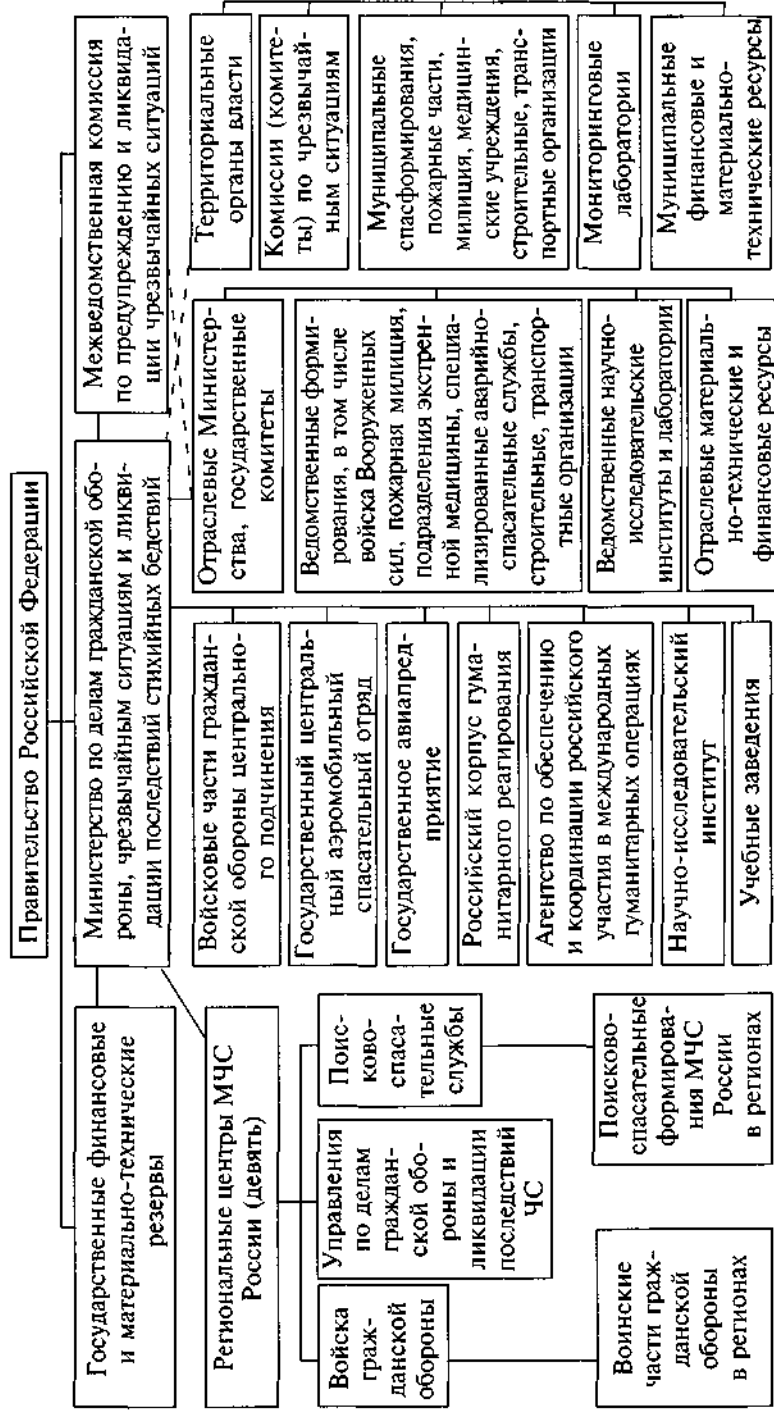
Объектовый уровень системы РСЧС соответствует организации и управлению в рамках предприятия, организации или иного объекта народного хозяйства.

Функциональные подсистемы РСЧС создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работ по защите населения и территорий от ЧС в сфере их деятельности и порученных им отраслях экономики. Они осуществляют наблюдение и контроль за состоянием природной среды и потенциально опасных объектов, решают задачи по созданию чрезвычайных резервных фондов, защите населения, локализации и ликвидации ЧС.

Каждый уровень РСЧС имеет координирующие органы; постоянно действующие органы управления, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС (ОУГОЧС); органы повседневного управления; силы и средства; системы связи, оповещения, информационного обеспечения; резервы финансовых и материальных ресурсов [2].

К координирующим органам РСЧС относятся:

на федеральном уровне — Межведомственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и ведомственные комиссии по ЧС в федеральных органах исполнительной власти;



Примечание. Пунктирными линиями обозначены временные связи.

Рис. 8.1. Структура РСЧС

на региональном уровне — региональные центры (РЦГОЧС);
на территориальном и местном уровне — комиссии по ЧС (КЧС) органов исполнительной власти, соответственно субъекта РФ или города (района в городе);

на объектовом уровне — объектовые комиссии (ОКЧС).

К органам повседневного управления относятся: пункты управления (центры управления); оперативно-дежурные службы всех уровней; дежурно-диспетчерские службы и специализированные подразделения организаций; дежурно-диспетчерские службы и специализированные подразделения федеральных органов исполнительной власти.

Основу сил и средств РСЧС на всех уровнях составляют силы и средства органов исполнительной власти от федерального до местного уровней и организаций, к которым относятся:

1) силы и средства наблюдения и контроля в составе:

служб и организаций, осуществляющих наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях и анализ воздействия вредных факторов на здоровье населения;

формирований санитарно-эпидемиологического надзора;

ветеринарной службы;

служб наблюдения и лабораторного контроля за качеством пищевого сырья и продуктов питания;

геофизической службы, оперативных групп постоянной готовности по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделений Министерства по атомной энергии;

учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны;

2) силы и средства ликвидации чрезвычайных ситуаций в составе: военизированных и невоенизированных противопожарных, поисковых, аварийно-спасательных, аварийно-восстановительных, восстановительных и аварийно-технических формирований федеральных органов исполнительной власти;

формирований и учреждений Всероссийской службы медицины катастроф;

формирований ветеринарной службы и службы защиты растений; военизированных служб по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;

формирований гражданской обороны территориального, местного и объектового уровней;

специально подготовленных сил и средств Войск гражданской обороны, других войск и воинских формирований, предназначенных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

аварийно-технических центров Министерства Российской Федерации по атомной энергии;

формирований горно-спасательной службы;
служб поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов гражданской авиации;
восстановительных и пожарных поездов;
аварийно-спасательных служб и формирований службы морского и речного флота других федеральных органов исполнительной власти.

Одной из важных составляющих сил постоянной готовности РСЧС является поисково-спасательная служба (ПСС). Региональные ПСС — это самостоятельные формирования, состоящие из органов управления, поисково-спасательных отрядов и подразделений обеспечения. Перед службами поставлены такие основные задачи, как проведение поисково-спасательных работ и оказание помощи людям в чрезвычайных ситуациях (кроме случаев заражения местности радиоактивными веществами), оказание пострадавшим первой медицинской помощи и их эвакуация в лечебные учреждения, профилактические мероприятия, направленные на снижение или устранение опасности для жизни и здоровья граждан. Отряды службы весьма мобильны. Сегодня они способны в период от 15 мин до 2 ч после поступления сигнала выдвинуться в район чрезвычайной ситуации с необходимым инструментом, оборудованием, снаряжением и по прибытии туда немедленно приступить к спасательным работам.

Элитным подразделением быстрого реагирования МЧС России является Центроспас. Он выполняет первоочередные поисково-спасательные работы, доставляет формирования спасателей, экспертов, средства спасения и выживания, грузы гуманитарной помощи в зоны ЧС, организует первичную медицинскую помощь, осуществляет эвакуацию пострадавших. Отряд обеспечивает круглосуточную постоянную готовность спасателей, инженеров, медиков и пилотов, транспортных средств, авиационной техники и снаряжения с быстрым и эффективным действием, направленным на спасение человеческих жизней, сохранение производственного потенциала.

Центроспас способен проводить поисково-спасательные работы при всех видах природных и техногенных катастроф, кроме атомной, поэтому представляет собой комплекс специализированных служб. Основными из них являются: спасательная, инженерная, связи и информации, автотранспортная, авиационного обеспечения спасательных работ, материально-технического обеспечения, а также экспедиционный госпиталь.

В МЧС России находится противопожарная служба, подразделения которой способны не только тушить пожары, но и проводить первоочередные работы при авариях на ХОО, спасти людей и материальные ценности.

Министерство здравоохранения Российской Федерации — это одна из подсистем РСЧС. Служба оказания экстренной медицин-

ской помощи в чрезвычайных ситуациях развертывает полевые госпитали, медицинские пункты непосредственно в районах бедствия.

Отдельные министерства имеют свои специализированные подразделения, которые ведут наблюдение и контроль за обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях, осуществляют мероприятия по предотвращению и ликвидации последствий аварий и катастроф. Газоспасательные, горно-спасательные, аварийно-спасательные формирования этих министерств созданы на профессиональной основе. Они проводят работы не только на своих объектах, но и на соседних предприятиях, и даже в других регионах.

Российская оборонная спортивно-техническая организация (РОСТО), став правопреемником ДОСААФ на территории России, учредила ассоциацию спасательных формирований. В нее входят отряды, группы добровольных спасателей: аэромобильные, парашютно-десантные, автотранспортные, подводно-технических работ, радистов.

Кроме перечисленных выше сил центрального подчинения создают, готовят и оснащают свои формирования все субъекты Российской Федерации (республики, края, области). В городах, районах и на объектах должны быть свои подразделения. Это значит, что везде, где бы ни произошла авария, катастрофа или стихийное бедствие, в распоряжении соответствующего управления по делам ГОЧС (гражданской обороны чрезвычайных ситуаций) есть силы и средства, которыми он может оперативно распорядиться.

Работа по предупреждению стихийных и техногенных катастроф строится на основе мониторинга и прогнозов, проводимых в научно-исследовательских институтах, аналитических службах и лабораториях, принадлежащих различным ведомствам.

При возникновении ЧС сигнал о бедствии поступает в местный орган власти. По его указанию управление ГОЧС задействует местные силы и средства, организует аварийно-спасательные работы. Большинство локальных ЧС ликвидируются территориальными органами власти с помощью соответствующих сил и средств РСЧС. При необходимости о ЧС информируется региональный центр МЧС России, который направляет для ликвидации последствий произошедшего дополнительные воинские формирования, поисково-спасательные отряды, медицинский персонал, специальную технику, средства связи.

В случае крупномасштабной или уникальной по своим характеристикам катастрофы информация о бедствии поступает в МЧС России, анализируется Центром управления в кризисных ситуациях и в соответствии с выбранным алгоритмом реагирования задействуются силы и средства центрального подчинения. Для ликвидации крупных катастроф со значительным ущербом задействуются финансовые и материально-технические ресурсы.

В соответствии с приведенной схемой отслеживания ситуации и реагирования на ЧС все подсистемы РСЧС, ее силы и средства функционируют в следующих режимах:

повседневной деятельности — при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериологической), сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотии и эпифитотий;

повышенной готовности — при ухудшении перечисленной выше обстановки и при получении прогноза о возможности возникновения ЧС;

чрезвычайной ситуации — при возникновении и во время ликвидации ЧС.

Каждый режим характеризуется перечнем мероприятий, которые организуются и осуществляются в подсистемах и звеньях РСЧС.

Гражданская оборона является составной частью единой государственной системы в решении проблем, возникающих при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени, т. е. входит организационно в РСЧС как направление подготовки страны к деятельности в особых условиях военного времени.

Организация и ведение ГО — одна из важнейших функций государства, составная часть оборонного строительства, элемент национальной безопасности. В мирное время ГО своими постоянно действующими органами управления, специально уполномоченными на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС, органами повседневного управления РСЧС, силами и средствами наблюдения и контроля, а также силами и средствами ликвидации чрезвычайных ситуаций участвует в решении отдельных задач РСЧС.

Организована ГО в целях защиты населения и объектов от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий. Для достижения этих целей ГО заблаговременно в мирное время организует и осуществляет комплекс мероприятий для решения задач. Общее руководство ГО в стране возложено на Председателя Правительства Российской Федерации, который по должности является Начальником Гражданской обороны РФ. Министр РФ по делам Гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий является по должности первым заместителем Начальника Гражданской обороны РФ.

Руководство ГО в республиках в составе РФ, краях, областях, автономных округах, районах и городах, министерствах и ведомствах, учреждениях и на предприятиях, независимо от форм собственности, возлагается на соответствующих руководителей органов исполнительной власти, министерств, ведомств, учреждений, организаций и предприятий. Они несут персональную ответственность за организацию и осуществление мероприятий ГО,

создание и обеспечение сохранности накопленных фондов индивидуальных и коллективных средств защиты и имущества, а также за подготовку и обучение населения и персонала действиям в чрезвычайных ситуациях на подведомственных территориях и объектах.

Руководство ГО возложено непосредственно на МЧС, которое отвечает за общую готовность к выполнению возложенных на нее задач и осуществляет разработку основных направлений развития и совершенствования.

Создана ГО по территориально-производственному принципу на всей территории страны. Это значит, что организацию и осуществление всех ее мероприятий проводят как органы государственной власти и управления, так и министерства, ведомства, предприятия, учреждения и организации, ведающие производственной и хозяйственной деятельностью.

8.6. Экономические аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности

Обеспечение безопасности жизнедеятельности требует значительных экономических затрат. Эти затраты можно разделить на две группы.

В первую группу входят затраты на предотвращение загрязнения рабочей зоны и окружающей среды, повышение надежности оборудования, систем и объектов, предупреждение аварий, катастроф, травматизма, а также затраты на создание природоохранных объектов, малоотходных технологий, систем контроля качества среды и повышение безопасности.

Вторая группа расходов связана с ликвидацией экономического, эколого-экономического и социально-экономического ущерба, возникающих в основном в результате:

- ухудшения здоровья или гибели людей;
- снижения продуктивности экологических систем, их гибели или деградации;
- усиления разрушения основных фондов промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, а также памятников истории и культуры, уникальных природных ландшафтов;
- затрат на ликвидацию последствий аварий и стихийных бедствий, восстановление объектов экономики, жилищно-коммунального хозяйства, переселение и реабилитацию населения [2, 3, 7, 10].

Различают следующие виды ущерба: прямой, который проявляется непосредственно на объектах, расположенных в зоне негативного воздействия промышленного производства;

косвенный, который проявляется в смежных производствах на объектах непромышленной сферы и в природной среде.

В хозяйственных расчетах используют также понятия возможного и предотвращенного ущерба. Возможный (ожидаемый) ущерб — условное теоретическое значение ущерба, который можно ожидать в перспективе при определенном уровне безопасности и загрязнения окружающей среды. Ликвидация этого ущерба в результате проектируемых или выполненных мероприятий по экологической и производственной безопасности представляет собой предотвращенный ущерб.

Количественную оценку полного экономического ущерба можно получить как сумму отдельных локальных ущербов (ущерб здоровью, жилищно-коммунальному хозяйству и т.д.). Однако при этом требуется наличие надежных исходных данных.

Более простым является определение экономического ущерба методом укрупненных оценок. Например, годовой экономический ущерб может быть связан с производством единицы энергии, выбросом или сбросом единицы вредных веществ в окружающую среду.

Важным показателем обеспечения безопасности жизнедеятельности является экономическая эффективность проводимых мероприятий. Экономический эффект (Э) от проведения экобиозащитного мероприятия — это разница между расчетными величинами ущерба до осуществления мероприятия (Y_1) и после его проведения (Y_2):

$$\text{Э} = Y_1 - Y_2 = \Delta Y,$$

где ΔY — предотвращенный ущерб.

В результате проведения экобиозащитного мероприятия можно не только снизить ущерб, но и получить доход (Д), например за счет реализации уловленного системой очистки вещества. В этом случае

$$\text{Э} = \Delta Y + Д.$$

Экономический эффект — важный, но недостаточный показатель для принятия решения об экономической целесообразности проведения экобиозащитного мероприятия или выбора оптимального из группы альтернативных вариантов. Эффект мероприятия может быть большим, но требуются значительные финансовые затраты. Поэтому показателем эффективности мероприятия является разница между эффектом и затратами на его реализацию. Такой подход получил название анализа затраты — выгоды. Очевидно, что правильное экономическое решение соответствует превышению эффекта над затратами. Чем больше эта разница, тем удачнее вложение средств.

Затраты на экобиозащитные мероприятия (природоохранные, направленные на улучшение условий труда, внедрение систем

обеспечения промышленной и производственной безопасности) складываются из капитальных затрат (К) на создание устройств и систем и текущих затрат (С) на их эксплуатацию. Затраты (З) принято оценивать в виде приведенных затрат:

$$З = С + E_n K,$$

где E_n — нормативный коэффициент капитальных вложений (в промышленности $E_n = 0,12$; для ряда экобиозащитных мероприятий $E_n = 0,08$; для лесовосстановительных работ $E_n = 0,03$).

Экономический эффект экобиозащитного мероприятия может быть получен только после его реализации, и даже не в первый год. Предприятие сначала несет затраты, а эффект получает гораздо позднее. При наличии в стране инфляции сопоставлять вложенные финансовые средства и полученный позднее эффект сложно.

Проблема вложения средств в экобиозащитные мероприятия связана с тем, что часто величина предотвращенного экономического ущерба слабо или вообще не сказывается на основной деятельности предприятия, а предотвращенный ущерб в большей степени имеет значение для окружающей территории района, и экономический эффект от средств, вложенных в системы безопасности, выступает лишь в виде возможных экономических потерь от вероятной аварии. Это является серьезным психологическим аспектом, побуждающим предприятия вкладывать свободные средства в мероприятия, дающие реальный доход, а не на повышение безопасности и экологичности производства. Экономия на безопасности чревата серьезными экономическими последствиями для предприятия и региона. Например, долговременные экономические, экологические и социальные потери, полученные в результате Чернобыльской катастрофы, несоизмеримо превысили те средства, которые нужно было вложить в разработку и создание высоконадежного и безопасного ядерного реактора.

Для побуждения предприятий к вложению средств в системы защиты применяются законодательные и нормативные акты, надзорные и контролируемые функции. В условиях рыночной экономики очень важны экономические механизмы регулирования и стимулирования деятельности предприятий в области безопасности. Такие механизмы давно и широко внедрены в развитых странах со стабильной рыночной экономикой. Например, в области природоохранной деятельности таким механизмом является принцип «загрязнитель платит». Этот принцип предусматривает экономическую ответственность предприятия за загрязнение окружающей среды, компенсацию со стороны предприятия экономического ущерба, наносимого региону. Важным механизмом реализации этого принципа являются платежи за загрязнение и платность используемых природных ресурсов.

Платежи за загрязнение представляют собой вид налогообложения, при котором облагаемой величиной является масса загрязнений, независимо от других результатов хозяйственной деятельности предприятия. Платежи за загрязнение нельзя рассматривать как полную компенсацию наносимого ущерба. Их внесение не освобождает предприятие от возмещения ущерба по возможным искам организаций и граждан за причиненный ущерб.

Финансовые средства, выделяемые на улучшение условий труда, разработку и осуществление мероприятий по снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, кроме большого социального эффекта имеют и экономические результаты, выражающиеся в увеличении периода профессиональной активности трудящихся; росте производительности труда; сокращении затрат предприятия, связанных с травматизмом и профессиональными заболеваниями работников, льготами и компенсациями; уменьшении текучести кадров.

Увеличение периода профессиональной активности обусловлено тем, что улучшение условий труда сберегает здоровье человека, сводит к минимуму отдаленные последствия воздействия вредных производственных факторов и соответственно удлиняет период его профессиональной активности. Неудовлетворительные условия труда, напротив, приводят к тому, что значительная часть работающих заканчивает свою трудовую деятельность раньше наступления пенсионного возраста или меняет место работы.

Однозначно доказана связь производительности труда с условиями труда на рабочем месте. Исследованиями установлено, что за счет проведения комплекса мероприятий, направленных на улучшение условий труда, может быть обеспечен прирост производительности труда в среднем на 10—15%. Так, улучшение естественного освещения повышает производительность труда до 10%, использование рационального искусственного освещения — на 6—8%, снижение производственного шума при напряженной работе со значительными психофизиологическими нагрузками — до 20%. По имеющимся данным производительность труда рабочих в «горячих» цехах металлургических или машиностроительных предприятий к концу смены снижается в среднем на 30% при одновременном возрастании числа травм.

Проведение санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на снижение профессиональной заболеваемости, и мероприятий по уменьшению производственного травматизма позволяет увеличить эффективный фонд рабочего времени, сократить количество потерянных рабочих дней (целодневных потерь). Потери рабочего времени из-за временной нетрудоспособности на разных предприятиях различны и колеблются в пределах от 2,5% годового фонда времени на предприятиях с допустимыми услови-

ями труда до 10% на предприятиях с вредными условиями труда. По данным статистики, уменьшение средней длительности временной нетрудоспособности только на один день сохраняет для экономики страны дополнительно 68,6 млн рабочих дней, что означает значительное увеличение национального дохода и сокращение расходов по Фонду социального страхования.

Немаловажным резервом экономии финансовых и материальных средств является сокращение затрат на льготы и компенсации, обусловленные улучшением условий труда. Законодательством по охране труда предусмотрена система предоставления льгот и компенсаций лицам, занятым на работах с вредными условиями труда и на тяжелых работах, в которую входят: сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, лечебно-профилактическое питание, повышенные ставки и доплаты, льготное пенсионное обеспечение, а также затраты предприятий на приобретение и бесплатное обеспечение рабочих специальными средствами индивидуальной защиты.

Улучшение условий труда является одним из факторов, влияющих на снижение текучести кадров, а следовательно, на сокращение дополнительных расходов предприятия, связанных с обучением и подготовкой высокопрофессиональных работников. Это особенно важно для предприятий, использующих технологии и оборудование высокого технического уровня.

Главной целью мероприятий по улучшению условий труда и обеспечению его безопасности является достижение социального эффекта — сохранения жизни и здоровья работников. Осуществление таких мероприятий приводит к определенному экономическому эффекту, который может быть определен по следующей формуле:

$$\Theta_r = P - Z = P - (C + E_n K),$$

где Θ_r — годовой экономический эффект от осуществления комплекса мероприятий по охране труда; P — полученный экономический результат; Z — приведенные к годовой соразмерности текущие и капитальные затраты на мероприятия по охране труда.

Экономический результат, обусловленный осуществлением мероприятий по охране труда, рассчитывается по формуле

$$P = \Theta_3 + \Theta_y + \Theta_n + \Theta_n,$$

где Θ_3 — экономия заработной платы, вызванная ростом производительности труда; Θ_y — относительная экономия условно-постоянных расходов за счет увеличения объемов выпускаемой продукции или реализации услуг; Θ_n — экономия расходов на льготы и компенсации; Θ_n — экономия непроизводительных расходов, увеличение чистой продукции и другие экономические результаты, вызванные улучшением социальных показателей (снижением

производственного травматизма, общей и профессиональной заболеваемости, текучести кадров).

Затраты предприятий на охрану труда осуществляются в соответствии с планом мероприятий, включенных в коллективный договор, а также в порядке выполнения требований нормативных актов и предписаний надзорных органов. Кроме этого предприятия расходуют средства на обеспечение рабочих и служащих специальной одеждой и обувью, средствами индивидуальной защиты; лечебно-профилактическое питание; содержание служб и кабинетов охраны труда; приобретение медикаментов, содержание здравпунктов и т.п. Финансирование мероприятий по охране труда производится за счет собственных средств предприятия, банковского кредита или инвестиционных вложений.

8.7. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности

Россия играет значительную роль в решении глобальных и региональных проблем в области экологии и безопасности жизнедеятельности.

Основные направления международного сотрудничества России в данной области следующие: государственные инициативы; международные организации; международные конвенции и соглашения; двустороннее сотрудничество [2, 3, 10].

Весомый вклад в развитие международных экологических принципов и норм был вынесен Россией на Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей среды (1972) и Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992).

Россия участвует в международном сотрудничестве, проводимом по линии ООН, ЮНЕСКО и других организаций. С 1973 г. действует специализированное учреждение «Программа ООН по окружающей среде».

Ученые и специалисты России принимают участие в осуществлении специальной международной программы «Человек и биосфера», входят в Международный совет охраны птиц, Международную федерацию молодежи по изучению и охране природы, Научный комитет по проблемам окружающей среды, Международный совет научных союзов. Примером плодотворного межгосударственного сотрудничества в области охраны природы служит деятельность Международного союза охраны природы.

В области охраны окружающей среды осуществляется двустороннее сотрудничество между Россией и США, включающее 11 научно-исследовательских программ и 30 проектов. Оно ведется по следующим направлениям: предотвращение загрязнения воздуха; охрана вод и морской среды от загрязнения; предотвраще-

ние загрязнения окружающей среды, связанного с сельскохозяйственным производством; организация заповедников; изучение биологических и генетических последствий загрязнения окружающей среды и др.

Сотрудничество с США ведется путем обмена учеными и специалистами, научно-технической информацией, результатами исследований, проведения двусторонних конференций, симпозиумов и совещаний, совместной разработки проектов, программ и др. Аналогичная работа ведется Германией, Англией, Францией, Финляндией, Канадой, Швецией и некоторыми другими странами.

Международное сотрудничество по охране труда осуществляется в рамках Международной организации труда (МОТ), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Федерации специалистов по охране труда и промышленной гигиене (ИФАС), а также международной организации по безопасности и охране труда (МОРБОТ). В частности, МОТ разрабатывает рекомендации по нормализации условий труда, ВОЗ — нормативы качества производственной среды, ИФАС координирует разработки по всему комплексу вопросов, связанных с безопасностью труда, МОРБОТ — по вопросам прогнозирования риска и создания средств защиты.

В последние годы успешно развивается сотрудничество и взаимодействие сил гражданской обороны стран — членов НАТО и особенно стран — членов Европейского экономического сообщества. В НАТО для координации этой деятельности создан специальный Главный комитет. Комиссией европейских сообществ принята совместная программа стран-участниц по взаимодействию в области гражданской защиты.

В соответствии с достигнутым рядом европейских стран «Открытым частичным соглашением по предотвращению стихийных и технологических бедствий, защите от них и оказанию помощи пострадавшим» в Греции создан Европейский центр предотвращения бедствий и прогнозирования землетрясений (ЕЦПП).

Международной организацией ГО (МОГО) постоянно и повсеместно проводится всесторонняя и целенаправленная подготовка руководящего состава организаций, сил ГО и населения к ведению спасательных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда) / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Е.А. Подгорных и др. — М.: Высш. шк., 1999.
2. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. С. В. Белова. — М.: Высш. шк., 1999.
3. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. Э. А. Арустамова. — 3-е изд. — М.: Изд. дом «Дашков и К⁰», 2001.
4. Безопасность жизнедеятельности. Ч. III. Чрезвычайные ситуации / Под ред. А. В. Непомнящего, Г. П. Шилякина. — Таганрог, 1994.
5. *Бройдо В. Л.* Офисная оргтехника для делопроизводства и управления. — М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998.
6. *Воробьев Ю.* Современные войны и гражданская оборона // Основы безопасности жизнедеятельности. — 1999. — № 8.
7. *Гринин А. С., Новиков В.Н.* Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000.
8. *Качалов А. И., Наумов В. П.* и др. Основы электробезопасности // Охрана труда. Практикум. — 1999. — № 1 — 4.
9. *Палий А.* Классификация средств и способов поражения и защиты // Гражданская защита. — 2000. — № 3.
10. *Коробкин В. И., Передельский Л. В.* Экология. — Ростов н/Д: Феникс, 2000.
11. *Кузнецов Ю. М.* Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Справочник. — М.: Транспорт, 1986.
12. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий / В.П.Титов, Э.З.Сазонов и др. — М.: Стройиздат, 1985.
13. *Луканин В.Н., Трофименко Ю.В.* Промышленно-транспортная экология. — М.: Высш. шк., 2001.
14. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства РФ от 13.09-96, № 1094.
15. Организационно-технические средства обеспечения безопасности труда: Справочно-методическое пособие. — Нижний Новгород: ООО «Вента», 1999.
16. Охрана окружающей среды / Под ред. С. В. Белова. — М.: Высш. шк., 1991.

17. Первая помощь при повреждениях и несчастных случаях / Под ред. В. А. Полякова. — М., 1990.
18. Положение о Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства РФ от 05.11.95, №1113.
19. *Пышкина Э.П.* Охрана труда на предприятиях бытового обслуживания. — М.: Легпромиздат, 1990.
20. *Салов А. И.* Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. — М.: Транспорт, 1985.
21. *Участкин П. В.* Вентиляция, кондиционирование воздуха и отопление на предприятиях легкой промышленности. — М.: Легкая индустрия, 1980.
22. Экология и безопасность жизнедеятельности / Под ред. Л.А. Муравья. - М: ЮНИТИ; ДАНА, 2000.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Человек и среда обитания.....	6
1.1. Характеристика среды обитания человека.....	6
1.2. Формы деятельности человека в производственной среде.....	11
1.3. Системы организма человека, предназначенные для восприятия факторов внешней среды.....	14
1.4. Источники опасностей и негативные факторы в системе «человек—среда обитания».....	19
1.5. Основные принципы и методы обеспечения безопасности человека в производственной среде.....	26
1.6. Оздоровление воздушной среды производственных помещений.....	29
1.7. Освещение и цветовой климат в производственной среде.....	48
1.8. Акустические колебания и вибрации.....	61
1.9. Электромагнитные поля и излучения.....	73
Глава 2. Защита человека на производстве от опасностей технических систем.....	77
2.1. Человек и технические системы.....	77
2.2. Идентификация и анализ опасностей технических систем.....	82
2.3. Производственный травматизм.....	90
2.4. Безопасность производственного оборудования, технологических процессов и работ.....	95
2.5. Взрывозащита технологического оборудования и коммуникаций.....	104
2.6. Защита работающих от механического травмирования.....	108
2.7. Мероприятия и средства обеспечения электробезопасности ...	111
2.8. Безопасность труда на компьютеризированных рабочих местах.....	130
Глава 3. Охрана окружающей среды от негативных факторов техносферы.....	143
3.1. Методы и средства защиты атмосферы от техногенных загрязнений.....	143
3.2. Методы и средства защиты гидросферы от производственных загрязнений.....	150
3.3. Переработка и обезвреживание бытовых и производственных отходов.....	158
3.4. Методы и средства контроля экологического состояния окружающей среды.....	162
Глава 4. Защита населения и территорий от негативных факторов чрезвычайных ситуаций.....	165
4.1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях.....	165
4.2. Характеристика ЧС техногенного характера.....	171
4.3. Чрезвычайные ситуации природного характера.....	188
4.4. Чрезвычайные ситуации военного характера.....	194
4.5. Защита населения от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций разных видов.....	202
Глава 5. Средства защиты от вредных и опасных факторов производственной среды и в чрезвычайных ситуациях.....	219
5.1. Общая характеристика средств обеспечения безопасности труда.....	219
5.2. Средства коллективной и индивидуальной защиты в чрезвычайных ситуациях.....	227
Глава 6. Первая медицинская помощь пострадавшим от несчастного случая на производстве и при чрезвычайной ситуации.....	236
Глава 7. Обеспечение безопасности при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов.....	248
7.1. Экспертиза и контроль экологичности и безопасности объектов.....	248
7.2. Государственное регулирование отдельных видов экономической деятельности, выпуска продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления.....	253
7.3. Требования охраны труда и пожарной безопасности при проектировании промышленных предприятий.....	255
7.4. Проектирование рабочих мест с учетом требований охраны труда и эргономики.....	263
7.5. Молниезащита объектов техносферы.....	270
7.6. Обеспечение устойчивости промышленных объектов в условиях чрезвычайных ситуаций.....	275
Глава 8. Правовые, организационные и экономические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности.....	277
8.1. Нормативная база безопасности жизнедеятельности.....	277
8.2. Управление охраной труда в Российской Федерации.....	292
8.3. Порядок обучения и проверки знаний по охране труда руководителей, специалистов и работников.....	294
8.4. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.....	297
8.5. Единая Российская государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	301
8.6. Экономические аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности.....	309
8.7. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.....	314
Список литературы.....	316

