

А.А.Челноков, И.Н. Жмыхов, В.Н.Цап

ОХРАНА ТРУДА

Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов технологических специальностей высших
учебных заведений

Минск
«Вышэйшая школа»

2010

Рецензенты

Челноков А.А.

Охрана труда: учебник/ И.Н. Жмыхов, В.Н. Цап – Минск: Выш. шк., 2010. – с.

Рассмотрены правовые и организационные вопросы охраны труда, основы гигиены труда и производственной санитарии, инженерные основы безопасности производства. Рассмотрены требования безопасности, предъявляемые к технологическим процессам, оборудованию, при проведении работ с повышенной опасностью. Представлены основные сведения о горении, пожаро-взрывоопасных свойствах веществ и материалов, современных средствах и методах тушения пожаров. Материал изложен в соответствии с законодательной и технической нормативной правовой базой в области охраны труда и промышленной безопасности по состоянию **на 01.02. 2011 г.** По тексту приведены ссылки на действующие НПА и ТНПА.

Для студентов технологических специальностей высших учебных заведений. Будет полезно студентам других специальностей, слушателям системы постдипломного образования, а также руководителям, специалистам, работникам служб охраны труда предприятий и организаций различных отраслей экономики.

Предисловие

Обеспечение безопасных и здоровых условий труда работающих, а также реализация принципа «От техники безопасности к безопасной технике» во многом зависят от того, в каком объеме выпускники вузов, а в будущем руководители и специалисты предприятий овладели «философией безопасности», знаниями и умениями в области охраны труда.

Отсутствие в республике доступного единого учебника для студентов технологических специальностей вузов далеко не способствует реализации основного принципа государственной политики в области охраны труда – приоритета жизни и здоровья работающих перед результатами трудовой деятельности.

Предлагаемый учебник является попыткой решить эти задачи и соответствует требованиям к содержанию дисциплины «Охрана труда» государственного образовательного стандарта высшего образования. Он подготовлен в соответствии с типовой учебной программой одноименного курса, согласованной с УМО вузов Республики Беларусь по химико-технологическому образованию и утвержденной Министерством образования Республики Беларусь.

В пособии рассматриваются организационные и правовые вопросы охраны труда, основы производственной санитарии, безопасности технологических процессов и оборудования, пожаровзрывобезопасности производства.

Учебное пособие базируется на положениях Концепции государственного управления охраной труда, законов Республики Беларусь об охране труда, промышленной безопасности, производственной санитарии, пожарной профилактики, государственных требованиях других нормативных правовых и технических нормативных правовых актов в области охраны труда. Кроме того, в работе использованы материалы практической деятельности передовых отечественных предприятий, зарубежный опыт, а также разработки научных и проектных учреждений страны, ближнего и дальнего зарубежья.

Поскольку некоторые главы книги по существу освещают материал самостоятельных областей знаний и из-за ограниченности объема пособия, авторами приводятся лишь сведения, необходимые для усвоения общих требований охраны труда. Более полную информацию читатель может получить из оригинальных источников, приведенных по тексту книги или в библиографическом списке.

Книга составлена на основе предыдущих пяти одноименных изданий, вышедших общим тиражом более 13 тыс. экземпляров с учетом замечаний и предложений читательской аудитории.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, слушателей системы постдипломного образования, а также будет полезен в практической деятельности руководителей и специалистов по охране труда предприятий и организаций различных видов экономической деятельности.

Признательность за доброжелательное и критическое отношение к рукописи учебника авторы выражают рецензентам: А.М. Лазаренкову – заведую-

щему кафедрой охраны труда Белорусского национального технического университета, доктору технических наук, профессору; С.Г. Ковчуру - заведующему кафедрой охраны труда и промышленной экологии Витебского государственного технологического университета, доктору технических наук, профессору, старшему преподавателю Ушакову В.В. и доценту этой же кафедры, кандидату технических наук Гречаникову А.В., а также Аняйкиной Н.П. - главному инженеру ГИАП (г. Гродно); Дувалову И.А. - заместителю начальника ПАСО-6 на объектах концерна «Белнефтехим» МЧС Республики Беларусь; Хаустову Н.Д. - заместителю главного инженера по охране труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды ОАО «Гродно - Азот» - за объективные замечания и ценные советы при разработке рукописи.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи дисциплины

Создание безопасных условий труда на производстве является общегосударственной задачей и предметом постоянного внимания управленческих и профсоюзных органов Республики Беларусь. Концепция государственного управления охраной труда, утвержденная Советом Министров Республики Беларусь в 2005 г., нацеливает работодателя на профилактику травматизма и обеспечение безопасных и здоровых условий труда для всех трудящихся.

Решение поставленной задачи в значительной степени зависит от подготовленности руководящих кадров по вопросам охраны труда. Руководителям и специалистам необходимо владеть научными основами безопасности и гигиены труда, пожарной профилактики, а также способами их практического применения для устранения опасных и вредных производственных факторов, предупреждения травматизма и профессиональных заболеваний.

Охрана труда имеет большое социально-экономическое значение. Известно, что неудовлетворенность работающих условиями труда приводит к текучести кадров со всеми вытекающими отрицательными последствиями, как для самого работника, так и для предприятия. Неудовлетворительные условия труда приводят к тому, что часть работающих вынуждена заканчивать свою трудовую деятельность ранее установленного пенсионного возраста, либо менять свою профессию и место работы по указанной причине.

Условия труда в значительной степени влияют на производительность труда. При благоприятных условиях работающий не затрачивает сил на защиту организма от воздействия опасных и вредных факторов производственной среды и трудового процесса. Имеются данные о том, что рациональный комплекс мероприятий, направленных на улучшение условий труда, может обеспечить прирост производительности труда на 6 ÷ 25%. Солнечное освещение увеличивает производительность труда на 10%, рациональное искусственное освещение

на 6 ÷ 13%, при этом на некоторых производствах происходит сокращение брака, достигающее 25% .

Правильная организация рабочего места повышает производительность труда до 20%, использование функциональной музыки – на 12÷14%, рациональная окраска помещений – на 25%. В то же время производственный шум, превышающий допустимые пределы, может снизить производительность труда на 20%. Установлено, что если работоспособность человека при 18÷20 °С принять за 100%, то при 30 °С она уже будет составлять всего 60%.

Недостатки, упущения в работе инженерно-технических работников (ИТР) по созданию надлежащих условий труда, нарушения требований охраны труда приводят к травматизму на производстве, профессиональной заболеваемости, к дополнительным затратам работодателя на компенсации работающим за работу в неблагоприятных условиях труда. Особенно пагубно на экономику предприятия влияют случаи травматизма и профессиональных заболеваний на производстве со смертельным и тяжелым исходом.

В современном мире ежегодно более 160 млн. работающих получают травмы и заболевают в связи с неблагоприятными условиями труда, из них свыше 1,2 млн. человек погибают вследствие несчастных случаев и заболеваний, связанных с условиями труда.

По экспертным оценкам, потери общества от одного несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом ориентировочно оцениваются суммой около 75 тыс. дол. США. Во многих развивающихся странах смертность работающих от несчастных случаев на производстве в 5-6 раз превышает аналогичные показатели промышленно развитых стран. По оценкам Международной организации труда (МОТ), из-за несчастных случаев, чрезвычайных происшествий, производственных потерь и ущерба, наносимого собственности, теряется более 4% процентов валового национального продукта. В то же время опыт североамериканских стран показывает, что каждый доллар, направленный на улучшение условий и обеспечение охраны труда на производстве, приносит прибыль в размере около 2,6 доллара.

В 2010 г. в республике травмировано около 3 тыс. работающих, погибло 232 человека. Ежегодно около 800 человек получают тяжелые травмы.

Причинами аварий и несчастных случаев нередко служат технические факторы – конструктивные недостатки или неисправность машин и механизмов, несовершенство технологических процессов, отсутствие, выход из строя защитных средств и т.п. Однако, как показывает опыт, во многих случаях виновником травматизма является сам работающий, который по тем или иным причинам пренебрег требованиями безопасности труда. Зачастую это объясняется недостаточным уровнем подготовки в вопросах охраны труда, неумением принять оптимальное решение в условиях дефицита времени и психофизиологических перегрузок. По статистике в 2010 г. около четверти несчастных случаев со смертельным исходом связано с невыполнением руководителями и специалистами обязанностей по охране труда.

Уровень безопасности жизнедеятельности человека в современном мире может служить достоверным критерием оценки степени экономического развития государства, его стабильности и социально-нравственного состояния общества. Вместе с тем, решение проблем безопасности требует активного участия всех членов общества, высокого гражданского сознания, внутренней дисциплины, готовности к определенному ограничению сиюминутных интересов, а в некоторых случаях и ограничению индивидуальных свобод во имя благополучия настоящего и будущих поколений.

Реализация этих принципов может быть достигнута только на основе организации обязательной системы непрерывного образования и воспитания в области безопасности жизнедеятельности. Важнейшей целью этого процесса является формирование у специалистов мышления, основанного на глубоком осознании основного принципа – безусловности приоритетов бесценности и безопасности человеческой жизни при решении любых производственных задач.

Охрана труда – это отрасль знаний, призванная обеспечить безопасные и безвредные условия труда на производстве. В соответствии со статьёй 1 Закона Республики Беларусь «Об охране труда», *охрана труда* – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работающих в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

В отличие от многих других дисциплин, в охране труда все термины стандартизированы, что является очень важным при рассмотрении социально-трудовых конфликтов. Следуя этому, далее по тексту будут приводиться определения распространенных терминов со ссылками на соответствующие документы.

Условия труда – совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда (по ГОСТ 12.0.002-2003 и далее).

Риск - комбинация вероятности наступления вреда и степени тяжести последствий вреда.

Безопасные условия труда (безопасность труда) - условия труда, при которых отсутствует воздействие на работающего недопустимого риска.

Безопасность - отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения вреда. Уровень безопасности считается приемлемым, если обеспечено соблюдение требований нормативных актов по охране труда.

Безопасность производства - оптимальный баланс состояния технологического процесса, оборудования, рабочих мест и поведения человека, ограничивающий воздействие на работающего опасных и вредных производственных факторов.

Опасность – потенциальный источник вреда.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к травме, внезапному резкому ухудшению здоровья или смертельному исходу.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию или снижению работоспособности и (или) отрицательному влиянию на здоровье потомства. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Идентификация опасности – установление наличия опасности и определение ее характеристик.

Профессиональный риск – вероятность повреждения здоровья или утраты трудоспособности либо смерти работающего в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов.

В соответствии с определением охрана труда рассматривает вопросы организационно-правового регулирования трудовых отношений, нормирования и обеспечения безопасных и безвредных условий труда.

Дисциплина «Охрана труда» состоит из следующих основных разделов:

- правовые и организационные основы;
- производственная санитария и гигиена труда;
- инженерные основы безопасности производства;
- основы пожаровзрывобезопасности.

Цель дисциплины – формирование у будущего специалиста «философии безопасности», т.е. мировоззрения о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности, безопасности и защищенности работающих, что гарантирует им сохранение здоровья и работоспособности.

Задачи дисциплины – дать специалистам теоретические знания и практические навыки, необходимые для реализации следующих направлений деятельности:

- создание комфортного и соответствующего нормативным параметрам состояния рабочих мест на предприятии;
- разработка и реализация технических и организационных мер защиты работающих от вредных и (или) опасных производственных факторов;
- проектирование и эксплуатация техники, технологических процессов и производств в соответствии с требованиями безопасности;
- принятие эффективных решений по защите работающих от возможных последствий аварий.

В процессе подготовки по дисциплине будущие специалисты должны приобрести знания научных основ охраны труда, интерес к рационализации производства, творческому решению проблем улучшения условий и безопасности труда на промышленных объектах, без чего невозможна реализация направления, провозглашенного в качестве основополагающего для этой области науки – «от техники безопасности к безопасной технике».

Методологической основой дисциплины является научный анализ технологического процесса, аппаратного оформления, условий труда, используе-

мых и получаемых продуктов с точки зрения возможности возникновения в процессе эксплуатации производства вредных и (или) опасных производственных факторов. На основе такого анализа определяются потенциально опасные участки производства, возможные аварийные ситуации и разрабатываются мероприятия по их предупреждению и ликвидации.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать

- концепцию государственного управления охраной труда в Республике Беларусь, основные законодательные, иные нормативные правовые и технические нормативные правовые акты по гигиене и безопасности труда, производственной санитарии, пожарной безопасности;

- обязанности и ответственность работодателей и работающих по охране труда;

- организацию государственного надзора и общественного контроля за охраной труда;

- систему управления охраной труда на предприятии;

- организацию работы службы охраны труда на предприятии;

- вредные и (или) опасные производственные факторы, характерные для конкретного производства;

- основные требования к производственным помещениям и рабочим местам;

- способы защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

- основные мероприятия по пожарной профилактике, взрывозащите и технические средства пожаротушения.

уметь:

- организовывать работу по охране труда в рабочей смене, на производственном участке, в цехе;

- осуществлять контроль за соблюдением требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности на участке, в цехе;

- владеть безопасными приемами и методами работы и обучать им работающих;

- пользоваться средствами коллективной и индивидуальной защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов, а также средствами пожаротушения;

- проверять исправность технических средств защиты;

- проводить расследование несчастных случаев.

Охрана труда является специальной инженерной дисциплиной и базируется на знаниях, полученных студентами, как по специальным, так и по общеобразовательным и техническим дисциплинам.

ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Глава 1. Правовые основы охраны труда

1.1. Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда

Трудовое законодательство и нормативное регулирование вопросов охраны труда является важным элементом правового обеспечения социально-экономических отношений в обществе и создания здоровых и безопасных условий труда для работающих членов общества.

Знание основных требований законодательства и других нормативных правовых актов по охране труда и безопасному ведению работ позволяет руководителям и специалистам профессионально управлять охраной труда, предотвращать несчастные случаи на производстве и возникновение профессиональных заболеваний.

Государство является основным гарантом прав и свобод своих граждан. В ст.2 Конституции Республики Беларусь провозглашено, что **«...человек, его права, свободы и гарантии их реализации, являются высшей ценностью и целью общества и государства»**. Исходя из этого, основным принципом государственной политики в области охраны труда является приоритет жизни и здоровья работающих по отношению к результатам трудовой деятельности, установление ответственности работодателей за безопасность труда, совершенствование правовых отношений и механизмов в этой сфере.

В республике постоянно проводится планомерная работа по выработке системы мер, обеспечивающих реализацию государственной политики в области охраны труда, которые должны соответствовать современному уровню развития производства и производственных отношений.

Практическая реализация права граждан на здоровые и безопасные условия труда требует осуществления на всех уровнях управления соответствующих правовых, социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и других мероприятий по охране труда. В республике принят Закон от 03.05.1999 г. № 253-3 «О ратификации Конвенции 155 Международной организации труда (МОТ) «О безопасности и гигиене труда и производственной среде».

Основной целью ратификации Конвенции является признание необходимости на государственном уровне разработать национальную политику в области охраны труда, которая бы учитывала как местные условия, так и международный опыт, а также создать необходимые правовые и организационные механизмы ее реализации на всех уровнях производственных отношений.

Разработка и реализация государственной политики в области охраны труда предполагает установление соответствующих функций и обязанностей государственных органов, работодателей, работающих и других лиц в области гигиены и безопасности труда.

В 2005 г. в Республике Беларусь разработана и утверждена Советом Министров вторая редакция **Концепции государственного управления охраной труда** (далее Концепция). В этом документе определены цели, задачи и основные направления государственной политики в области охраны труда. Указаны уровни, субъекты, механизм реализации Концепции и ожидаемые результаты. Для регулирования общественных отношений в области охраны труда с 2 января 2009 г. вступил в силу Закон Республики Беларусь «Об охране труда».

Целью государственной политики в области охраны труда является создание условий, обеспечивающих сохранение жизни и здоровья граждан в процессе трудовой деятельности.

Основными принципами государственной политики в этой области являются:

- приоритет жизни и здоровья работающих по отношению к результатам производственной деятельности;
- обеспечение гарантий права работающих на охрану труда;
- установление обязанностей всех субъектов правовых отношений в области охраны труда, полной ответственности работодателей за обеспечение здоровых и безопасных условий труда;
- совершенствование правовых отношений и управления в этой сфере, включая внедрение экономического механизма обеспечения охраны труда.

Для достижения поставленной цели государством осуществляется деятельность в следующих направлениях:

- разработка и принятие законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда;
- разработка и реализация целевых программ по улучшению условий и охраны труда;
- создание систем управления охраной труда на всех уровнях, обеспечивающих профилактическую направленность деятельности в этой сфере;
- разработка научно обоснованных методов оценок и прогнозирования рисков гибели и травмирования работающих по отраслям и сферам деятельности;
- экономическое стимулирование создания безопасных условий труда, разработки и внедрения безопасных техники и технологий, производства средств индивидуальной и коллективной защиты работающих;
- упорядочение предоставления компенсаций по условиям труда;
- организация научно-исследовательских работ по вопросам безопасности и гигиены труда;
- обучение и повышение квалификации работающих по вопросам охраны труда, подготовка специалистов по охране труда;
- повышение ответственности работающих за соблюдение требований охраны труда;
- обеспечение законных интересов потерпевших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на

основе обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- финансовое обеспечение охраны труда;
- создание условий для социального партнерства в сфере охраны труда, содействие общественному контролю за соблюдением законодательства об охране труда;
- распространение передового опыта работы по улучшению условий и охраны труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда.

Изложенные цели, задачи и основные направления деятельности реализуются практической деятельностью всех институтов государства. Согласно Концепции государственное управление охраной труда осуществляется на республиканском, отраслевом и региональном уровнях:

- на республиканском уровне – Правительством Республики Беларусь или уполномоченным им республиканским органом государственного управления в области охраны труда;
- на отраслевом уровне – республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь;
- на территориальном уровне – местными исполнительными и распорядительными органами.

В Концепции детально определен механизм ее реализации на всех уровнях государственного управления охраной труда.

Для реализации Концепции каждые пять лет в республике разрабатываются соответствующие целевые программы, в т.ч. и республиканская целевая программа по улучшению условий и охраны труда на 2011–2015 годы, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.06.2010 № 982.

1.2. Законодательные и иные нормативные правовые акты по охране труда

1.2.1. Основные положения законодательства по охране труда

В соответствии с Законом «О нормативных правовых актах Республики Беларусь» к *нормативным правовым актам* (НПА) относятся официальные документы установленной формы, содержащие общеобязательные правила поведения, рассчитанные на неопределенный круг лиц и неоднократное применение.

В Беларуси определена следующая иерархия НПА:

- ◆ Конституция Республики Беларусь - Основной Закон Республики Беларусь, имеющий высшую юридическую силу и закрепляющий основополагающие принципы и нормы правового регулирования важнейших общественных отношений;

- ◆ Решение референдума - НПА, направленный на урегулирование важнейших вопросов государственной и общественной жизни, принятый республиканским или местным референдумом;
- ◆ Программный закон - закон, принимаемый в установленном Конституцией Республики Беларусь порядке и по определенным ею вопросам;
- ◆ Кодекс Республики Беларусь (кодифицированный НПА) - закон, обеспечивающий полное системное регулирование определенной области общественных отношений;
- ◆ Закон Республики Беларусь - НПА, закрепляющий принципы и нормы регулирования наиболее важных общественных отношений;
- ◆ Декрет Президента Республики Беларусь - НПА Главы государства, имеющий силу закона, издаваемый в соответствии с Конституцией Республики Беларусь на основании делегированных ему Парламентом законодательных полномочий либо в случаях особой необходимости (временный декрет) для регулирования наиболее важных общественных отношений;
- ◆ Указ Президента Республики Беларусь - НПА Главы государства, издаваемый в целях реализации его полномочий и устанавливающий (изменяющий, отменяющий) определенные правовые нормы;
- ◆ Постановления палат Парламента - Национального собрания Республики Беларусь - НПА, принимаемые палатами Парламента - Национального собрания Республики Беларусь в случаях, предусмотренных Конституцией Республики Беларусь;
- ◆ Постановление Совета Министров Республики Беларусь - НПА Правительства Республики Беларусь;
- ◆ Акты Конституционного Суда Республики Беларусь, Верховного Суда Республики Беларусь (постановления Пленума Верховного Суда Республики Беларусь), Высшего Хозяйственного Суда Республики Беларусь (постановления Пленума Высшего Хозяйственного Суда Республики Беларусь), Генерального прокурора Республики Беларусь и других государственных органов управления - НПА, принятые в пределах их компетенции по регулированию общественных отношений, установленной Конституцией Республики Беларусь.

НПА вышестоящего государственного органа (должностного лица) имеет большую юридическую силу по отношению к НПА нижестоящего государственного органа (должностного лица).

Новый НПА имеет большую юридическую силу по отношению к ранее принятому (изданному) по тому же вопросу НПА того же государственного органа (должностного лица).

Конституция Республики Беларусь обладает высшей юридической силой. Законы, декреты, указы и иные акты государственных органов (должностных лиц) принимаются (издаются) на основе и в соответствии с Конституцией Республики Беларусь.

В случае расхождения закона, декрета, указа или иного НПА с Конституцией Республики Беларусь действует Конституция Республики Беларусь.

Систему законодательных актов, регулирующих вопросы охраны труда в республике, составляют Конституция Республики Беларусь, Трудовой кодекс Республики Беларусь, Законы Республики Беларусь – «Об охране труда», «Об основах государственного социального страхования», «О пенсионном обеспечении», «О санитарно-эпидемическом благополучии населения», «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных актов в области технического нормирования и стандартизации», «О техническом нормировании и стандартизации», «О пожарной безопасности», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О радиационной безопасности населения», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О здравоохранении», «О предприятиях» и др.

Правовой основой организации работ по охране труда в республике является Конституция Республики Беларусь (ст. 41, 45), которая гарантирует право граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану их здоровья.

Основополагающим законодательным актом, определяющим и регулирующим правоотношения в сферах труда и охраны труда, является Трудовой кодекс Республики Беларусь (далее – ТК). Наряду с правами работающих на здоровые и безопасные условия труда (ст. 222 ТК) каждый работник имеет право:

- рабочее место, соответствующее требованиям по охране труда;
- обучение (инструктирование) безопасным методам и приемам труда;
- обеспечение необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, устройствами;
- получение от работодателя достоверной информации о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, а также о средствах защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- личное участие или участие через своего представителя в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда, проведении в установленном порядке проверок по охране труда на его рабочем месте соответствующими органами, расследовании произошедшего с ним несчастного случая на производстве или его профессионального заболевания;
- отказ от выполнения порученной работы в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих до устранения этой опасности, а также при непредставлении ему средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда.

Статьями 54, 55, 89, 226, 228-231 ТК предусмотрен механизм реализации права работников на здоровые и безопасные условия труда через обязанность работодателя обеспечивать такие условия.

Статьей 227 законодательно регламентирована деятельность службы охраны труда, в частности определено, что для организации работы и осуществ-

ления контроля по охране труда работодатели вводят должность специалиста по охране труда или создают соответствующую службу из числа лиц, имеющих необходимую подготовку.

Кроме этого, ст. 53 и 232 предусматривают обязанности работающих по вопросам охраны труда, а ст. 198 и 465 – их ответственность за нарушение законодательства о труде и норм охраны труда. Здесь же в ст. 462 законодательно определено, что государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы, а также местные исполнительные и распорядительные органы власти. В ст. 463 право общественного контроля по этим вопросам предоставляется профсоюзам.

В Законе Республики Беларусь «Об охране труда» выстроена вертикаль управления охраной труда, определены полномочия Президента, правительства, республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов. Этот правовой акт на законодательном уровне закрепляет сформировавшуюся систему регулирования общественных отношений в области охраны труда и обеспечивает условия для ее дальнейшего развития. Законом устанавливается право на охрану труда не только граждан, работающих по трудовым договорам, но и граждан, привлекаемых к труду по иным основаниям. Установление этих норм значительно расширило круг лиц, имеющих гарантии права на охрану труда и их социальную защищенность в этой сфере, прежде всего в негосударственном секторе экономики.

Закон состоит из введения и восьми глав: «Общие положения», «Государственное управление в области охраны труда», «Право работающих на охрану труда», «Организация охраны труда», «Соответствие производственных объектов, оборудования и процессов, рабочих мест, продукции требованиям по охране труда», «Требования по охране труда при выполнении отдельных работ», «Надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда», «Заключительные положения». Он разработан на основе национального законодательства, международного опыта правового регулирования общественных отношений в области охраны труда.

Данный закон закрепляет систему государственного управления охраной труда и определяет полномочия органов в этой области. Это обеспечивает усиление роли государственных институтов в реализации конституционных прав граждан на здоровые и безопасные условия труда, повышения их ответственности за положение дел в отраслях и регионах. Также закон позволяет теперь создавать по инициативе работодателя или профсоюза на паритетной основе комиссии по охране труда и определяет ее функции.

Законом усилены нормы по контролю и надзору за соблюдением законодательства о труде; закреплены полномочия государственной инспекции труда, государственной экспертизы условий труда, других государственных органов надзора и контроля; определены полномочия общественного контроля за соблюдением законодательства об охране труда; установлена норма, обязывающая республиканские органы государственного управления и иные организа-

ции, местные исполнительные и распорядительные органы осуществлять контроль за соблюдением законодательства о труде в отношении подчиненных им организаций. Все это способствует созданию системы управления охраной труда на всех уровнях.

В Законе Республики Беларусь «Об основах государственного социального страхования» в рамках общих вопросов страхования граждан предусмотрены вопросы страхования их также от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» обеспечивает предупреждение воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье населения; регламентирует действия органов государственной власти и управления, предприятий, учреждений и организаций, общественных объединений, должностных лиц и граждан по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия; предусматривает организацию государственного надзора за соблюдением санитарных норм и гигиенических нормативов.

Закон Республики Беларусь «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных актов в области технического нормирования и стандартизации» устанавливает правовые основы оценки соответствия объектов требованиям технических нормативных правовых актов в этой области.

Объектами оценки являются: продукция; процессы разработки, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции; оказание услуг; системы управления качеством, окружающей средой и др. Оценка соответствия осуществляется с целью обеспечения защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды, повышения конкурентоспособности продукции (услуг) и т. п. Документами об оценке соответствия являются: аттестат аккредитации, сертификат соответствия, декларация о соответствии и сертификат компетентности. Подтверждение соответствия может носить обязательный или добровольный характер. Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в виде обязательной сертификации или декларирования соответствия. Добровольное подтверждение соответствия проводится в форме добровольной сертификации.

Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации»: устанавливает правоотношения в области стандартизации, а также государственного надзора за выполнением требований стандартов и строительных норм; определяет нормативные документы по стандартизации (государственные стандарты Республики Беларусь; государственные строительные нормы; государственные классификаторы технико-экономической информации Республики Беларусь; стандарты предприятий и др.); предусматривает порядок разработки и отмены нормативных документов по стандартизации.

Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности» предусматривает установление государственного надзора за обеспечением пожарной безопасности министерствами, ведомствами, концернами, предприятиями, учреждениями независимо от форм собственности, а также гражданами; определяет правовую

основу и принципы организации пожарной безопасности, а также принципы деятельности пожарной службы, концепцию правоотношений всех субъектов в этой области.

Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» содержит правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Законом определен орган, осуществляющий государственное управление промышленной безопасностью, и органы, осуществляющие государственный надзор в этой области; установлена необходимость лицензирования видов деятельности в области промышленной безопасности, сертификации технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, а также экспертизы и разработки декларации промышленной безопасности. В законе изложены требования к организации и проведению производственного и общественного контроля в области промышленной безопасности, предусмотрены учет аварий и инцидентов, ответственность за нарушения требований промышленной безопасности.

Кроме указанных нормативных правовых актов деятельность по охране труда регулируются декретами и указами Президента страны, постановлениями Национального собрания, Правительства Республики Беларусь и других государственных органов управления.

Например, Декрет Президента Республики Беларусь «Об обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 30.07.2003 г. № 18 направлен на усиление социальной защиты граждан, потерпевших в результате травматизма на производстве. Он регулирует вопросы возмещения причиненного жизни и здоровью вреда работающих, стимулирует реализацию мер по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Директива Президента Республики Беларусь №1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины» усиливает ответственность работодателей в области трудовой дисциплины и охраны труда, а также обязывает руководителей обеспечивать безусловное и немедленное расторжение контрактов с работающими за нарушение правил охраны труда, повлекшее увечье или смерть или причинение работодателю имущественного ущерба, а также за распитие спиртных напитков в рабочее время или по месту работы.

Постановление Кабинета Министров Республики Беларусь от 12.10.1994 г. №114 «О мерах по обеспечению соблюдения законодательства о труде, предупреждению травматизма и заболеваемости на производстве» нацеливает работодателей на усиление требований в области охраны труда, а также обязывает Министерство образования и науки предусматривать не менее 2% учебных часов на изучение безопасности и гигиены труда, включать указанные вопросы в программы основных дисциплин и ввести государственный экзамен в этой области.

В постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 9.03.2000 г. №309 «О некоторых мерах по организации охраны труда в Республике Бела-

рუსь» определяются источники финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда на разных уровнях государственного управления и хозяйственной деятельности.

Перечень видов нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, представлен в Постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 10.02.2003 г. № 150 «О государственных нормативных требованиях охраны труда в Республике Беларусь». В постановлении указывается, что все правила, нормы, критерии и процедуры, направленные на сохранение жизни, здоровья и работоспособности работающих в процессе их трудовой деятельности, содержащиеся в законодательных и иных НПА и технических нормативных правовых актах (ТНПА), являются *государственными* нормативными требованиями охраны труда.

Таким образом, НПА и ТНПА по уровню принятия и исполнения можно условно разделить на межгосударственные и государственные, межотраслевые и отраслевые, а также локальные нормативные акты.

Межгосударственные, государственные и межотраслевые НПА и ТНПА обязательны для исполнения на территории страны всеми субъектами хозяйственной деятельности независимо от формы собственности и ведомственного подчинения.

Отраслевые нормативные документы действительны только для учреждений и предприятий определенной отрасли.

Локальные (производственные) НПА и ТНПА по охране труда разрабатываются для конкретных предприятий и учреждений и имеют силу только на этих субъектах хозяйственной деятельности.

1.2.2. Технические нормативные правовые акты в области охраны труда

Конкретные нормы безопасности, гигиены труда, производственной санитарии и пожарной профилактики регламентируются *техническими нормативными правовыми актами*. К ним относятся технические регламенты, технические кодексы установившейся практики, стандарты, в том числе государственные стандарты Республики Беларусь, стандарты организаций, технические условия, авиационные правила, зоогигиенические, ветеринарные, ветеринарно-санитарные нормы и правила, санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы, нормы и правила пожарной безопасности, государственные классификаторы технико-экономической информации, формы государственных статистических наблюдений и указания по их заполнению и другие документы, утвержденные в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

В республике создана достаточно стройная иерархическая система нормативного правового обеспечения безопасности и гигиены труда, которая ориентировочно может быть представлена в виде схемы (рис. 1.1).

Как видно из рис. 1.1, нормативная правовая база по охране труда весьма обширна. В нее входят более 600 стандартов безопасности труда, сотни строи-

тельных норм и правил, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов, норм и правил пожарной безопасности, правил безопасности эксплуатации конкретного оборудования и т.д., которые кроме полного названия имеют общепринятые сокращенные обозначения (табл. 1.1).

Основные требования охраны труда разработаны в стандартах *системы стандартов безопасности труда* (ССБТ), которая представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

ГОСТ 12.0.001 «ССБТ. Основные положения» устанавливает назначение, структуру и содержание ССБТ, а также построение, содержание и согласование стандартов в этой системе. Структура обозначения государственных стандартов ССБТ состоит из пяти блоков:



Таблица 1.1 Перечень названий и сокращенных обозначений наиболее часто употребляемых технических нормативных правовых актов в области безопасности и гигиены труда

Полное название	Сокращенное обозначение
Технические регламенты	ТР
Технические кодексы установившейся практики	ТКП
Межгосударственные стандарты	СТБ ИСО, СТБ ЕН, СТБ МЭК
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ ССБТ
Государственные стандарты Беларуси	СТБ, СПБ
Технические условия	ТУ
Правила пожарной безопасности отраслевые	ППБО
Технические описания	ТО
Санитарные правила	СП
Санитарные нормы	СН
Гигиенические нормативы	ГН

Санитарные правила и нормы Методические указания Республиканские допустимые уровни	СанПиН МУ РДУ
Строительные нормы и правила Строительные нормы Беларуси	СНиП СНБ
Правила безопасности Нормы пожарной безопасности Правила пожарной безопасности Правила устройства и безопасной эксплуатации Правила технической эксплуатации, правила техники безопасности Инструкции по безопасности Руководящие документы	ПБ НПБ ППБ ПУБЭ, ПУ, ПБ, ПТЭ, ПТБ ИБ РД
Правила по охране труда межотраслевые Межотраслевые организационно - методические документы (нормы, методические указания, рекомендации, типовые инструкции, пособия)	ПОТМ МНПА, ТИОТМ, МУ
Правила по охране труда отраслевые Типовые отраслевые инструкции по охране труда	ПОТО ТИОТО

В ССБТ входят стандарты пяти подсистем с соответствующими шифрами (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Наименование и содержание подсистем ССБТ

Шифр	Группа стандарта (подсистема)	Содержание
0	Организационно-методические стандарты	Организационно-методические основы стандартизации в области безопасности труда – цели, задачи и структура системы, внедрение и контроль за соблюдением стандартов ССБТ, терминология в области безопасности труда, классификация опасных и вредных производственных факторов и т. д., требования (правила) к организации работ, направленные на обеспечение безопасности труда (обучение работающих, аттестация персонала, методы оценки состояния безопасности труда и др.
1	Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных	Требования по видам опасных и вредных производственных факторов, предельно-допустимые значения их параметров и характеристик, методы контроля нормируемых параметров и характеристик опасных и вредных производственных факторов, методы защиты работающих от опасных и вредных

	факторов	производственных факторов
2	Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию	Общие требования безопасности к производственному оборудованию; требования безопасности к отдельным видам (группам) производственного оборудования, методы контроля выполнения требований безопасности
3	Стандарты требований безопасности к производственным процессам	Общие требования безопасности к производственным процессам; требования безопасности к отдельным видам (группам) производственных процессов, методы контроля выполнения требований безопасности
4	Стандарты требований к средствам защиты работающих	Требования к отдельным классам, видам и типам средств защиты; методы контроля и оценки средств защиты; классификация средств защиты

В настоящее время в Республике Беларусь создается собственная система стандартов безопасности труда и пожарной безопасности. Например, СТБ 11.0.02-95 «Система стандартов пожарной безопасности (ССПБ). Пожарная безопасность. Общие термины и определения». Она представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих противопожарные требования, и включает государственные стандарты Республики Беларусь и межгосударственные стандарты.

Шифр строительных норм Беларуси аналогичен шифру стандартов. Например, СНБ 2.02.01-98* «Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов», где СНБ – Строительные нормы Республики Беларусь; 2 – номер части – «Общие нормативно-технические документы»; 02 – номер блока – «Пожарная безопасность»; 01 – номер документа; 98 – год утверждения; 98* – год внесения изменений.

В настоящее время проводится большая работа по замене существующих СНБ и других технических нормативных правовых актов (ТНПА) на технические кодексы установившейся практики (ТКП) и технические регламенты (ТР) и стандарты.

Следует иметь в виду, что в соответствии со ст. 1 Закона Республики Беларусь «О применении на территории Республики Беларусь законодательства СССР» акты законодательства СССР применяются в случае отсутствия законодательства Республики Беларусь, регламентирующего соответствующие общественные отношения. Однако при интеграции Республики Беларусь в мировую экономику необходимо будет гармонизировать многие внутренние стандарты с международными стандартами систем управления охраной труда (ISO серии 18 000).

1.2.3. Локальные нормативные правовые акты. Инструкции по охране труда

К локальным нормативным правовым актам относятся внутренние документы, регулирующих производственные отношения и производственную деятельность конкретных предприятий, например, коллективные договоры, правила внутреннего трудового распорядка, стандарты предприятий, технологические регламенты и карты и т.д.

Важнейшими локальными нормативными правовыми актами являются *инструкции по охране труда*, требования которых направлены на безопасное выполнение соответствующих работ. Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь (далее МТиСЗ) от 28.11.2008 г. № 176 утверждена Инструкция о порядке принятия локальных нормативных правовых актов по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг). Она устанавливает порядок разработки, согласования и утверждения работодателями инструкций по охране труда.

Инструкции подготавливаются на основе стандартов безопасности труда, правил и норм безопасности и гигиены труда, соответствующих типовых отраслевых и межотраслевых инструкций, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации заводов-изготовителей оборудования, а также на основе технологической документации предприятия с учетом конкретных условий производства.

Требования инструкций являются обязательными для работающих, а их невыполнение рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Работодатель обязан обеспечить всех работающих инструкциями по охране труда и организовать изучение их до начала выполнения трудовых обязанностей.

Инструкции по охране труда разрабатываются в соответствии с перечнем, составленным службой охраны труда и утвержденным руководителем организации.

Разработка инструкций производится на основании приказов и распоряжений руководства предприятия, в которых указываются исполнители и сроки выполнения работ.

Инструкции подготавливаются руководителями цехов, участков, отделов, лабораторий и других подразделений предприятия с участием профсоюзов.

Руководство разработкой инструкций возлагается на руководителя организации или его заместителя, в должностные обязанности которого входят вопросы организации охраны труда. В необходимых случаях руководитель предприятия привлекает к работе специалистов других подразделений.

Служба охраны труда предприятия осуществляет постоянный контроль за своевременной разработкой, проверкой и пересмотром инструкций, оказывает методическую помощь разработчикам, содействует обеспечению их необходимыми документами (правилами, стандартами, типовыми инструкциями и другими техническими нормативными правовыми актами).

При использовании типовых инструкций (без переработки) их необходимо переоформить, согласовать и утвердить в соответствии с установленным порядком.

Проект инструкции рассматривается службой охраны труда, объектовой пожарной частью, медицинской службой и другими заинтересованными службами и подразделениями, а также профсоюзами предприятия.

После изучения поступивших замечаний и предложений разрабатывается окончательный вариант инструкции, который подписывается руководителем подразделения – разработчика инструкции и представляется на согласование в службу охраны труда, профсоюзному комитету, а также при необходимости другим заинтересованным подразделениям (по усмотрению службы охраны труда).

Утверждение инструкции осуществляется руководителем предприятия или его заместителем, в должностные обязанности которого входят вопросы организации охраны труда, либо приказом. Инструкция вводится в действие с момента утверждения либо со дня, указанного в приказе. Инструкции должны быть введены в действие только после обучения работников и до внедрения соответствующего технологического процесса или ввода в эксплуатацию нового оборудования.

Каждой инструкции присваивается наименование и обозначение (регистрационный номер по предприятию). В наименовании указывается, для какой профессии или вида работ она предназначена (например, инструкция по охране труда для токаря, инструкция по охране труда при работе на высоте и т.п.).

Требования инструкции излагаются в соответствии с последовательностью технологических процессов и с учетом условий, в которых выполняется эта работа.

Инструкция должна содержать следующие главы:

- ◆ общие требования по охране труда;
- ◆ требования по охране труда перед началом работы;
- ◆ требования по охране труда при выполнении работы;
- ◆ требования по охране труда по окончании работы.
- ◆ требования по охране труда в аварийных ситуациях;

В необходимых случаях в инструкцию могут включаться дополнительные главы.

Текст инструкции должен быть кратким, четким, не допускающим различных толкований. Используемые в инструкции термины должны соответствовать общепринятой терминологии, а в случае применения специфических терминов приводят их определения с соответствующими пояснениями.

Инструкции подвергаются периодической проверке для определения их соответствия действующим требованиям охраны труда и решения вопроса о необходимости их пересмотра. Проверка инструкций проводится не реже одного раза в пять лет, а инструкций для профессий и работ с повышенной опасностью - не реже одного раза в три года. Если в течение указанных сроков условия труда на предприятии и требования документов, использованных при составлении инструкции, не изменились, то приказом по предприятию действие инструкции продлевается на следующий срок, о чем делается запись или ставится штамп «Срок действия продлен. Приказ от _ № __» на первой странице

инструкции. До истечения сроков, указанных выше, инструкции пересматриваются в случаях:

- ◆ введения новых или внесения изменений и дополнений в нормативные правовые акты по охране труда;
- ◆ внедрения новой техники и технологии;
- ◆ возникновения аварийной ситуации или травмирования работников, вызвавших необходимость изменения инструкции;
- ◆ изменения технологического процесса или условий работы, а также при применении новых видов оборудования, материалов, аппаратуры и инструмента. В последнем случае пересмотр инструкций производится до введения изменений.

Порядок оформления, согласования и утверждения пересмотренных инструкций такой же, как и для вновь разработанных.

Утвержденные инструкции регистрируются службой охраны труда предприятия в специальном журнале и выдаются руководителям подразделений под их личную роспись с регистрацией в журнале.

У руководителя подразделения должен храниться комплект действующих инструкций по охране труда по всем профессиям и видам работ в подразделении, а также перечень этих инструкций, утвержденный руководителем предприятия или его заместителем. У руководителя участка (мастера, прораба и т.д.) должен быть в наличии утвержденный перечень и комплект действующих инструкций для работников всех профессий и по всем видам выполняемых на данном участке работ.

Отмененные инструкции служба охраны труда предприятия изымает.

Инструкции выдаются работникам под роспись в личной карточке инструктажа, либо вывешиваются на рабочих местах и участках, либо хранятся в определенном месте, доступном для работника.

1.3. Организация государственного управления, надзора и контроля за охраной труда. Общественный контроль

Государственное управление и контроль за охраной труда осуществляются Советом Министров Республики Беларусь через МТ и СЗ, на которое распоряжением Правительства от 17.11.1993 г. № 1036 возложены эти вопросы.

Общий надзор и контроль за соблюдением законодательства Республики Беларусь, в том числе и законодательства по охране труда, осуществляется Генеральным прокурором и подчиненными ему прокуратурами, а также исполнительными органами власти на местах.

Кроме того, в соответствии со ст. 462 ТК надзор и контроль за исполнением нормативных правовых актов по охране труда осуществляют специально уполномоченные государственные органы.

В систему государственного надзора и контроля за охраной труда Республики Беларусь входят: Департамент государственной инспекции труда МТиСЗ; Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности (Госпромнадзор) Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС); Де-

партамент по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор) МЧС; Государственный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации (Белстандарт); Управление государственного энергетического надзора концерна «Белэнерго» (Госэнергонадзор); Департамент государственного строительного надзора Министерства архитектуры и строительства (Госстройнадзор); Санитарно-эпидемиологическая служба Министерства здравоохранения (Саннадзор); Главное управление военизированной пожарной службы МЧС (Пожнадзор); Государственная экспертиза по условиям труда МТиСЗ; Главная государственная инспекция по надзору за техническим состоянием машин и оборудования Минсельхозпрода (Гостехнадзор) и др., которые осуществляют надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства в рамках компетенций, определенных Советом Министров Республики Беларусь в положениях об этих органах.

Департамент государственной инспекции труда (далее – Департамент) является государственным органом надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде и нормативных правовых актов по охране труда. Департамент возглавляет директор, который одновременно является Главным государственным инспектором труда Республики Беларусь.

Основными задачами Департамента являются:

- осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде;
- координация деятельности органов государственного надзора и контроля, а также общественного контроля по вопросам соблюдения законодательства о труде и охране труда;
- выявление и пресечение нарушений законодательства о труде;
- обобщение практики применения законодательства о труде и обеспечение единообразного его применения;
- содействие овладению работодателями и работающими знаниями законодательства о труде и др.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране труда» и Положением о Департаменте, утвержденным МТиСЗ 27.12.2001 г. № 22, а также последующим дополнением от 25.08.2005 г. № 108, он осуществляет контроль за организацией работы по охране труда на всех стадиях производственных процессов всех предприятий и их собственности. Департамент проверяет организацию работы по охране труда, проводит специальные расследования несчастных случаев на производстве, выборочную экспертизу проектов строящихся, реконструируемых и эксплуатирующихся производственных объектов, дает заключения по проектам технических условий, стандартов, осуществляет предупредительный надзор за ходом строительства, реконструкции и технического перевооружения объектов хозяйственной деятельности, участвует в приемке законченных строительством или реконструкцией производств, а также в приемочных испытаниях опытных образцов технологического оборудования, машин, механизмов и т.д.

Государственным инспекторам труда предоставлено право беспрепятственно посещать предприятия в любое время, знакомиться с технической документацией, получать от должностных лиц объяснения, изымать и брать с собой для анализа образцы. В случае выявления нарушений государственные инспектора имеют право выдавать нанимателю обязательные для исполнения предписания; приостанавливать или запрещать работу цехов, участков, оборудования; привлекать должностных лиц и нанимателей к административной ответственности и др. Например, за нарушение правил по охране труда, повлекшее причинение телесных повреждений, инвалидность работника или несчастные случаи со смертельным исходом наниматель может привлекаться к уголовной ответственности или штрафу в размерах до 300 базовых величин в зависимости от степени виновности.

Специализированные органы государственного надзора и контроля проводят специальный надзор по определенному кругу вопросов, а также за эксплуатацией отдельных наиболее опасных объектов и устройств.

В частности, Госпромнадзор осуществляет надзор в пределах полномочий, определенных Указом Президента Республики Беларусь от 12.11.2007 г. № 565. Основными задачами департамента являются:

- осуществление специальных (регулирующих, контрольных, надзорных, исполнительных и других) функций в области промышленной и технической безопасности, безопасной перевозки опасных грузов, охраны и рационального использования недр;

- предупреждение техногенных аварий и травматизма на опасных производственных и других объектах повышенной опасности Республики Беларусь;

- регулирование деятельности организаций по обеспечению безопасного ведения работ, противоаварийной устойчивости производств и объектов;

- выполнение иных задач по поручению МЧС.

В соответствии с задачами Департамент осуществляет в установленном порядке государственный надзор за:

- производствами и объектами, на которых возможно образование взрывоопасных сред (смесь газов, паров, пыли с воздухом и другими окислителями, веществ, склонных к взрывчатому превращению или разложению), а также производствами и объектами с вредными веществами;

- оборудованием и системами газоснабжения, магистральными газонефтепродуктопроводами, подземными хранилищами газа;

- металлургическими (сталеплавильными, литейными, трубными, прокатными) производствами;

- горными работами, в том числе проводимыми в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых; подземными и гидротехническими сооружениями; работами по геологическому изучению недр (поиск и разведка месторождений полезных ископаемых), разработкой месторождений полезных ископаемых, в том числе добычей нефти и газа; переработкой минерального сырья;

- охраной недр и их рациональным использованием при добыче полезных ископаемых, а также в целях, не связанных с их добычей, в том числе при строительстве метрополитенов;

- подъемными сооружениями и машинами, паровыми и водогрейными котлами, сосудами, работающими под давлением, трубопроводами пара и горячей воды, продукцией для потенциально опасных производств, объектов;

- перевозкой грузов автомобильным, воздушным и речным транспортом;

- геолого-маркшейдерским обеспечением при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых, использованием недр в целях, не связанных с добычей, в том числе при строительстве метрополитенов и тоннелей различного назначения и других подземных объектов;

- производством работ на объектах, осуществляющих утилизацию боеприпасов;

- промышленными взрывчатыми материалами и пиротехническими изделиями, их разработкой, изготовлением, переработкой, использованием и реализацией, в том числе за взрывчатыми веществами, полученными в результате утилизации боеприпасов, транспортировкой взрывчатых материалов.

Госпромнадзору предоставлено право:

- в пределах своей компетенции проводить проверку поднадзорных организаций, производств, объектов;

- выдавать поднадзорным работодателям обязательные для исполнения указания и предписания об устранении нарушений, недостатков, в том числе о приостановке или запрещении работы оборудования, объектов, производств, цехов, изготовления поднадзорной продукции, технических устройств;

- опечатывать оборудование, технические устройства, объекты, транспортные средства, перевозящие опасные грузы, в случае несоблюдения правил и норм промышленной, технической безопасности охраны и рационального использования недр, безопасной перевозки опасных грузов;

- изымать выданные департаментом лицензии, разрешения, аттестаты аккредитации, свидетельства, отменять или приостанавливать действие сертификатов, лицензий, разрешений, если не выполняются требования безопасности, охраны и рационального использования недр;

- привлекать в установленном законодательством порядке к административной ответственности должностных лиц и граждан за невыполнение или нарушение ими правил и норм безопасности, охраны и рационального использования недр;

- аккредитовывать в установленном порядке специализированные предприятия для выполнения экспертной оценки технического состояния поднадзорного оборудования, специализированных транспортных средств, перевозящих опасные грузы, работы по предупреждению аварий и производственного травматизма на поднадзорных объектах, производствах, осуществления подконтрольных видов деятельности;

- вносить представления руководителям республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных

Правительству Республики Беларусь, об отмене их решений, если они приняты в нарушение действующего законодательства, требований нормативно-технических документов, а также об освобождении от занимаемых должностей лиц, систематически не выполняющих требования безопасности поднадзорных объектов и производств, охраны и рационального использования недр, безопасной перевозки опасных грузов.

Госпромнадзор выдает разрешения и специальные разрешения (лицензии) на осуществление опасных видов деятельности, а также проводит экспертизу промышленной, технической безопасности объектов, техническое расследование причин аварий, инцидентов и несчастных случаев, подлежащих специальному расследованию. Он также определяет требования к оформлению заключения экспертизы, в том числе деклараций промышленной безопасности.

Белстандарт проводит надзор и контроль за соблюдением стандартов безопасности труда при проектировании и изготовлении продукции производственного назначения, а также за соблюдением установленных требований безопасности при эксплуатации оборудования и ведении технологических процессов.

Госэнергонадзор является республиканским органом государственного управления в сфере энергосбережения и государственного надзора за рациональным использованием топлива, электрической и тепловой энергии. Кроме того, он проводит надзор за соблюдением требований безопасности при эксплуатации электрических и теплоиспользующих установок.

Госстройнадзор осуществляет надзор за соблюдением ТКП, СНиП, СНБ, методических пособий и указаний, руководящих документов и других нормативных технических правовых актов, как на стадии проектирования, так и при строительстве объектов хозяйственной деятельности. Госстройнадзор контролирует соблюдение установленного порядка расследования причин аварий и разрушений зданий, сооружений, а также участвует в работе комиссий по расследованию причин этих происшествий.

Саннадзор осуществляет государственный надзор за соблюдением нанимателями, должностными лицами и гражданами санитарно-гигиенических и санитарно-эпидемиологических правил и норм в соответствии с Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения». Систему органов и учреждений, выполняющих эти функции, возглавляет заместитель Министра здравоохранения - Главный государственный санитарный врач Республики Беларусь. На местах надзор проводится врачами-гигиенистами соответствующих территориальных центров гигиены и эпидемиологии и другими службами.

Система пожарной безопасности в республике состоит из комплекса социальных, организационных, научно-технических и правовых мер, а также сил и средств пожарной службы, направленных на предупреждение и ликвидацию пожаров.

Государственное управление в области обеспечения пожарной безопасности осуществляется Советом Министров, МЧС Республики Беларусь, местными исполнительными органами власти.

Систему органов государственного *пожарного надзора* возглавляет Главный государственный инспектор республики по пожарному надзору – первый заместитель Министра по чрезвычайным ситуациям.

Деятельность по обеспечению пожарной безопасности осуществляется в соответствии с Законом «О пожарной безопасности» и другими нормативными правовыми актами, а также на основании требований стандартов, норм и правил пожарной безопасности, действующих на территории республики.

Ведомственный контроль за состоянием пожарной безопасности на объектах осуществляют министерства, ведомства, другие органы государственного управления.

Государственная экспертиза условий труда контролирует правильность применения Списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию за работу с особыми условиями труда, установления доплат за работу во вредных и (или) опасных условиях труда, а также качество проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.

Государственная экспертиза условий труда строит свою деятельность на основе Положения об органах государственной экспертизы условий труда, утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.05.2002 г. № 694.

Ведомственный контроль за безопасностью производства проводится соответствующими министерствами, ведомствами, концернами, в которых предусмотрены штатным расписанием службы (отделы) охраны труда.

Важным элементом функционирования государственного механизма контроля за соблюдением норм охраны труда на рабочих местах является *общественный контроль*.

В соответствии со ст. 463 ТК и ст. 16 Закона Республики Беларусь «О профессиональных союзах» общественный контроль за соблюдением законодательства о труде возложен на профсоюзы. На предприятиях, в учреждениях и организациях, где отсутствуют профсоюзные организации, собранием трудового коллектива могут избираться уполномоченные по вопросам охраны труда.

Полномочия представителя профсоюза на осуществление общественного контроля за соблюдением законодательства о труде и порядок его проведения регламентируются Указом Президента Республики Беларусь от 06.05.2010 г. №240 и Инструкцией о порядке осуществления общественного контроля за соблюдением законодательства об охране труда уполномоченными лицами по охране труда работников организации (утверждена Постановлением МТиСЗ от 28.11.2008 г. № 179).

Координация деятельности вышеперечисленных органов возложена на Координационный совет органов государственного надзора и контроля и обще-

ственного контроля по вопросам соблюдения законодательства о труде и охране труда при МТиСЗ РБ.

1.4. Обязанности работодателей и производственного персонала в области охраны труда

1.4.3. Обязанности работающих по охране труда

Согласно ТК (ст. 55, 226, 228-231) на работодателя возлагаются обязанности по созданию работникам здоровых и безопасных условий труда, внедрению новейших средств и технологий, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических норм и требований стандартов по охране труда. Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность при эксплуатации производственных зданий и сооружений, оборудования, технологических процессов и применяемых в производстве материалов и химических веществ, в также эффективную эксплуатацию средств защиты;

- условия труда на каждом рабочем месте, соответствующие требованиям техники безопасности и производственной санитарии, установленным нормативными правовыми актами. При отсутствии в нормативных правовых актах требований, обеспечивающих безопасные условия труда, работодатель самостоятельно принимает необходимые меры по обеспечению безопасных условий труда;

- организацию в соответствии с установленными нормами санитарно-бытового обеспечения, медицинского и лечебно-профилактического обслуживания;

- режим труда и отдыха, установленный законодательством, коллективным договором, соглашением, трудовым договором;

- выдачу работающим, занятым на производстве с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением или выполняемых в неблагоприятных температурных условиях, специальной одежды, специальной обуви и других необходимых средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами;

- постоянный контроль за уровнями опасных и вредных производственных факторов;

- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда; подготовку (обучение), инструктаж, повышение квалификации и проверку знаний работающих по вопросам охраны труда;

- проведение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических в течение трудовой деятельности медицинских осмотров работников;

- информирование работающих о состоянии условия и охраны труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся средствах индивидуальной защиты, компенсациях по условиям труда;

- расследование и учет несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, аварий, разработку и реализацию мер по их профилактике;

- возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью работающих, в том числе выплату единовременного пособия работнику, утратившему трудоспособность;

- пропаганду и внедрение передового опыта безопасных методов и приемов труда и сотрудничество с работниками, их полномочными представителями в сфере охраны труда;

- выделение в необходимых объемах финансовых средств, оборудования и материалов для осуществления предусмотренных коллективными договорами, соглашениями мероприятий по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, улучшению условий труда, санитарно-бытового обеспечения, медицинского и лечебно-профилактического обслуживания работников;

- назначение должностных лиц, ответственных за организацию охраны труда;

- постоянный контроль за соблюдением нормативных правовых актов по охране труда;

- беспрепятственный допуск представителей соответствующих органов, имеющих на то право, к проведению проверки, предоставление сведений по охране труда по вопросам их компетенции.

В свою очередь, в соответствии со статьями 53 и 232 ТК, работающий обязан:

- соблюдать требования соответствующих инструкций, правил и других нормативных правовых актов по охране труда, безопасной эксплуатации машин, оборудования и других средств производства, а также правил поведения на территории предприятия, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях;

- выполнять нормы и обязательства по охране труда, предусмотренные коллективным договором, соглашением, трудовым договором и правилами внутреннего распорядка;

- правильно использовать предоставленные ему средства индивидуальной защиты, а в случае их отсутствия незамедлительно уведомить об этом непосредственного руководителя;

- проходить в установленном порядке предварительные, периодические и внеочередные (при ухудшении состояния здоровья) медицинские осмотры, обучение, переподготовку, стажировку, инструктаж, повышение квалификации и проверку знаний по вопросам охраны труда;

- оказывать содействие и сотрудничать с нанимателем в деле обеспечения здоровых и безопасных условий труда, немедленно сообщать непосредственному руководителю о несчастном случае, происшедшем на производстве, а также о ситуациях, которые создают угрозу здоровью и жизни для него или окружающих людей.

Круг функциональных обязанностей, которые должен выполнять каждый работник, определяется квалификационными справочниками, утвержденными в установленном порядке, соответствующими техническими правилами, должностными инструкциями и другими нормативными актами, а также трудовым договором с работником. Основные обязанности производственного персонала конкретизируются в их должностных и рабочих инструкциях.

1.4.2. Организация производственного контроля за состоянием охраны труда

В соответствии с Типовой инструкцией о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труда в организации, утвержденной Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь 26.12.2003 г. № 159, руководители и специалисты организации обязаны отдельно либо совместно с профсоюзами осуществлять ежедневный, ежемесячный и ежеквартальный контроль.

Ежедневный контроль за состоянием охраны труда проводится руководителем структурного подразделения (мастером, начальником смены, механиком и т.д.) с участием общественного инспектора профсоюза. При этом проверяются:

- ◆ состояние рабочих мест, проходов, переходов, проездов;
- ◆ безопасность технологического оборудования, оснастки и инструмента, грузоподъемных и транспортных средств;
- ◆ исправность вентиляционных систем и установок;
- ◆ наличие инструкций по охране труда и соблюдение их работающими;
- ◆ соблюдение работающими требований безопасности при выполнении работ;
- ◆ наличие и правильное использование средств индивидуальной защиты;
- ◆ выполнение мероприятий по устранению нарушений, выявленных предыдущими проверками и т.п.

Ежемесячный контроль проводится начальником цеха с участием общественного инспектора профсоюза, руководителей служб цеха и представителя службы охраны труда.

При этом проверяются:

- ◆ организация и результаты ежедневного контроля;
- ◆ выполнение планов мероприятий по охране труда разных уровней;
- ◆ выполнение приказов и распоряжений руководителя организации, представлений общественных инспекторов профсоюза по охране труда, мероприятий по документам расследования несчастных случаев на производстве и профзаболеваний;
- ◆ исправность и соответствие производственного оборудования, транспортных средств и технологических процессов требованиям охраны труда;
- ◆ соблюдение работающими правил, норм и инструкций по охране труда;
- ◆ соблюдение графиков планово-предупредительного ремонта (ППР) оборудования;

- ◆ состояние рабочих мест, проходов, проездов, переходов и прилегающей к цеху территории;
- ◆ своевременность и качество проведения инструктажей работающих по охране труда;
- ◆ соблюдение установленного режима труда и отдыха, трудовой дисциплины и т.п.

Результаты проведения ежедневных и ежемесячных проверок заносятся в соответствующие журналы, в которых указываются мероприятия, назначаются их исполнители и сроки выполнения.

Ежеквартальный контроль проводится руководителем организации (его заместителями) с участием руководителей служб и общественного инспектора по охране труда. Проверяются организация и выполнение мероприятий ежемесячного и ежеквартального контроля, своевременность проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и другие вопросы гигиены, безопасности труда, пожарной профилактики.

Результаты ежеквартальных проверок оформляются актом, в котором указываются обнаруженные недостатки и меры по их устранению.

Проведение ежемесячного и ежеквартального контроля рекомендуется осуществлять в установленные приказом руководителя Дни охраны труда.

1.5. Гарантии и права работающих на охрану труда

Согласно статье 222 ТК РБ каждый работающий имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям по охране труда;
- обучение (инструктирование) безопасным методам и приемам труда;
- обеспечение необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, устройствами;;
- получение от работодателя достоверной информации о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, а также о средствах защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения порученной работы в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих до устранения этой опасности, а также при непредставлении ему средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда.

Гарантии права работающих на охрану труда установлены статьей 223 ТК РБ.

Для реализации права работающих на охрану труда государство обеспечивает организацию охраны труда, осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства по охране труда и ответственность за нарушение требований законодательства.

При отказе работающих от выполнения порученной работы в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих; непредставления необходимых средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда; приостановления и запрещения проведения работ специально уполномоченными государственными

органами надзора и контроля работнику до устранения нарушений или до создания нового рабочего места должна быть предоставлена другая работа, соответствующая его квалификации, либо, с его согласия, работа с оплатой не ниже среднего заработка по прежней работе на срок до одного месяца. При необходимости работодатель обязан за счет собственных средств обеспечить обучение работника новой профессии (специальности) с сохранением ему на период переподготовки среднего заработка.

В случае ухудшения состояния здоровья работающего, обусловленного условиями труда, потери трудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием работодатель обязан предоставить ему работу в соответствии с медицинским заключением или обеспечить за счет собственных средств приобретение новой квалификации (специальности) с сохранением среднего заработка на период переподготовки, а при необходимости – реабилитацию.

1.6. Охрана труда женщин

Проблема охраны труда и здоровья женщин в республике является актуальной, т.к. их соотношение в общей численности работающих составляет около 53%. Причем 2/3 из них находятся в репродуктивном возрасте.

Многие химические, биологические и физические факторы производственной среды оказывают негативное воздействие на женский организм. Особенно опасен контакт работающих женщин с вредными веществами и физическими факторами в период беременности, т.к. при этом значимость воздействия производственных факторов на организм существенно возрастает.

В значительной степени решению этой проблемы способствует принятое Советом Министров РБ постановление №765 от 26.05.2000 г. «О списке тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин», которое подготовлено с целью реализации ст. 262 ТК РБ.

Например, к ним относятся работы, связанные с подъемом и перемещением тяжестей вручную, подземные работы, а также работы, выполняемые по таким профессиям и должностям, как аккумуляторщик, бетонщик, асфальтобетонщик, арматурщик, вагранщик, вальщик леса, водолаз, газоспасатель, камнетес, каменщик, лесоруб, раскряжевщик, варщик битума, пека, целлюлозы и другие.

Установлены предельные нормы перемещения и подъема тяжестей женщинами вручную, которые приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Предельные нормы перемещения и подъема тяжестей женщинами

Характер работы	Предельно допустимая масса груза, кг
Подъем и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой (до 2 раз в час)	10
Подъем и перемещение тяжестей постоянно в течение рабочей	7

смены	
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: - с рабочей поверхности - с пола	до 350 до 175

Примечание: В массу поднимаемого и перемещаемого груза включается масса тары и упаковки.

В 1999 г. в Беларуси впервые разработаны и введены в действие СанПиН 9 -72 РБ 98 «Гигиенические требования к условиям труда женщин». Целью этого документа является предотвращение негативных последствий применения труда женщин в условиях производства, создание гигиенически безопасных условий труда с учетом анатомо-физиологических особенностей их организма, сохранение здоровья работающих женщин на основе комплексной гигиенической оценки вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

В этом документе детально установлены требования к условиям труда женщин, в том числе и в период беременности. В частности, указывается, что присутствие на рабочем месте вредных и опасных химических веществ 1-го и 2-го классов опасности, патогенных микроорганизмов, а также веществ, обладающих аллергенным, гонадотропным, эмбриотропным, канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием является противопоказанием для применения труда женщин детородного возраста.

К таким веществам относятся акролеин, ацетон, барий и его соединения, бензин – растворитель топливный, бензол, бензопирен, диметилтерефталат, диметилфталат, кадмий и его соединения, капролактан, каптакс, ксилол, медь и ее соединения, пестициды, ртуть, свинец, селен и их соединения, сероуглерод, стирол, тетраэтилсвинец, толуол, фенол, формальдегид, фурфурол, циклогексан и многие другие.

Беременных женщин не следует привлекать к работам на высоте, требующим переходов по лестнице; переходы, обусловленные технологическим процессом, не должны превышать 2 км за смену. Не допускается применение труда женщин в период беременности на работах, связанных с вынужденной неудобной позой: на корточках, коленях, согнувшись, с упором животом (грудью) в инструмент, оборудование и другие предметы труда, с наклоном туловища более 15°. Общее число наклонов за смену не должно превышать 30.

Беременные женщины не должны выполнять трудовые операции, связанные с подъемом груза или предметов труда выше уровня плечевого пояса, а также поднимать предметы труда с пола.

Максимальная масса груза, эпизодически поднимаемого (опускаемого, перемещаемого) вручную, или прилагаемых усилий не должна превышать 2,5 кг. При частых (но не более 100 раз в час до 12 недель беременности и не более 50 раз в час при большем сроке) подъемах и перемещениях груза или прилагаемых усилий их величина не должна превышать 1,2 кг. Суммарная масса перемещаемого за смену груза не должна превышать 800 кг при беременности до 12 недель и 400 кг – при большем сроке.

Величины динамической нагрузки за смену не должны превышать следующих значений: региональная – до 800 кгм, общая – не более 3000 кгм; не рекомендуется применение труда беременных женщин на работах, связанных с преобладанием статического напряжения мышц ног или брюшного пресса; статическая нагрузка на одну руку не должна превышать 22 тыс. кгс, на обе руки – 42 тыс. кгс. Оценка трудовой деятельности женщин по каждой профессии (виды работ) проводится в соответствии с показателями допустимой трудовой нагрузки (СанПиН 9 -72 РБ 98).

Женщины со дня установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, профессионально связанных с использованием видеодисплейных терминалов и персональных ЭВМ, не допускаются.

Наиболее детально особенности и регламентация труда женщин рассмотрены в Методических рекомендациях «Регламентация труда и рациональное трудоустройство женщин в период беременности», утв. МЗ РБ № 116-9711 от 10.02. 1998 г.

1.7. Ответственность за нарушение законодательства по охране труда

Должностные лица, виновные в нарушении законодательства и правил по охране труда, в невыполнении обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда или воспрепятствовании деятельности профсоюзов, несут ответственность, установленную законодательством. *Ответственность* может быть дисциплинарной, административной, материальной и уголовной.

Дисциплинарная ответственность работающих предусмотрена ст. 198 ТК РБ. В качестве *дисциплинарной ответственности* за нарушение трудовой дисциплины, в том числе норм по охране труда, работодатель может применять следующие дисциплинарные взыскания: замечание, выговор, увольнение. Работник может быть уволен по инициативе работодателя в соответствии со ст. 42 ТК РБ за однократное грубое нарушение правил охраны труда, повлекшее увечье или смерть других работников.

Работники отдельных отраслей экономической деятельности за нарушения требований охраны труда несут ответственность в соответствии с уставами (положениями) о дисциплине.

За причинение работодателю имущественного ущерба в результате нарушений требований охраны труда работник, независимо от привлечения его к дисциплинарной или уголовной ответственности, может быть привлечен к материальной ответственности в соответствии со ст. 400- 409 ТК РБ.

Если же в нарушениях законодательства о труде и правил по охране труда имеются признаки состава преступления, виновный, независимо от того, наложено ли на него дисциплинарное взыскание, может быть привлечен и к уголовной ответственности.

Полное или частичное лишение нарушителя премий не является мерой дисциплинарной ответственности и может применяться одновременно с привлечением его к той или иной ответственности.

Административная ответственность заключается в наложении штрафов на должностных лиц, виновных в нарушении законодательства о труде. На них может быть наложен штраф в размере до 20 базовых величин. Работодатели (юридические лица) за указанные нарушения могут быть подвергнуты штрафу в размере до 350 базовых величин.

Административная ответственность физических и юридических лиц установлена Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (КоАП), а порядок привлечения к административной ответственности – Процессуально-исполнительным кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (ПКИКоАП), введенными в действие с 01.03.2007 г.

Административная ответственность также установлена за нарушение санитарных норм, правил и гигиенических нормативов (ст. 16.8), нарушение правил и норм радиационной безопасности (ст. 16.6), нарушение правил пользования электрической или тепловой энергией (ст. 20.10), нарушение правил эксплуатации тепловых сетей (ст. 20.11), нарушение правил эксплуатации электрических или тепловых установок (ст. 20.12), нарушение требований по безопасному ведению работ (ст. 23.61), нарушение законодательства о пожарной безопасности (ст. 23.56) .

Административная ответственность также предусмотрена за нарушение порядка представления информации об авариях зданий и сооружений и их расследованиях (ст. 21.9), непредставление сведений об авариях на опасных производственных объектах (ст. 21.10), нарушение порядка приемки в эксплуатацию объектов строительства (ст. 21.6), воспрепятствование проведению проверки, ревизии, экспертизы (ст. 23.2), неповиновение законному распоряжению или требованию должностного лица при исполнении им служебных полномочий (ст. 23.4), оскорбление должностного лица при исполнении им служебных полномочий (ст. 23.5) и др.

В зависимости от характера правонарушений КоАП предусматриваются различные меры ответственности, как для физических, так и для юридических лиц.

Административные взыскания налагаются уполномоченными государственными органами и должностными лицами, которым предоставлено такое право. Основанием для наложения взысканий являются протоколы об административных правонарушениях, которые составляются уполномоченными должностными лицами, указанными в законодательных актах.

Материальная ответственность возникает, если по вине должностного лица предприятие (учреждение) понесло материальный ущерб из-за нарушения норм и требований охраны труда. Материальный ущерб возникает, если в результате несчастного случая или профзаболевания предприятие обязано выплатить пострадавшему, родственникам, органам социального страхования опре-

деленную сумму. Эта денежная сумма частично или полностью может быть взыскана с виновных должностных лиц.

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

Уголовная ответственность за конкретные преступления по охране труда и обеспечению безопасности работающих предусмотрена ст. 299, 300, 302-307, 317, 318, 336, 428 Уголовного кодекса Республики Беларусь (УК). Должностные лица, в зависимости от тяжести последствий допущенного нарушения, наказываются лишением свободы, или исправительными работами, или штрафом, или освобождением от должности. Мера наказания за уголовно наказуемые деяния определяет суд.

Например, в ст. 306 УК записано, что должностные лица, ответственные за соблюдение правил охраны труда, при их нарушении, повлекшем по неосторожности:

- ◆ профессиональное заболевание либо причинение тяжкого телесного повреждения, наказываются штрафом, или исправительными работами на срок до двух лет, или ограничением свободы на срок до трех лет, или лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, или без лишения;

- ◆ смерть человека либо причинение тяжкого телесного повреждения двум и более лицам, наказываются ограничением свободы на срок до пяти лет, или лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности, или заниматься определенной деятельностью, или без лишения;

- ◆ смерть двух и более лиц наказываются лишением свободы на срок от трех до семи лет с лишением права занимать определенные должности, или заниматься определенной деятельностью, или без лишения.

Нарушение правил пожарной безопасности (ст. 304 УК), так же как и нарушение правил производственно-технической дисциплины, пожарной безопасности на взрывоопасных предприятиях или во взрывоопасных цехах (ст. 302 УК), влечет за собой наказание виновных лишением свободы до семи лет.

Контрольные вопросы

1. Какие основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда?
2. В чем заключается Концепция государственного управления охраной труда?
3. Какие нормативные правовые акты входят в систему законодательства в области охраны труда?
4. Какие основные статьи Конституции и Трудового кодекса Республики Беларусь регламентируют вопросы охраны труда?
5. Какие направления деятельности в области охраны труда регламентируются в специальных законах Республики Беларусь?

6. На какие виды подразделяются основные технические нормативные правовые акты по охране труда? Каково их содержание?
7. Что входит в содержание ССБТ и соответствующих подсистем?
8. Каков порядок разработки и введения в действие инструкций по охране труда?
9. Какие требования к содержанию инструкций по охране труда?
10. Какие Вы знаете органы государственного и ведомственного надзора и контроля за состоянием охраны труда, их права и обязанности?
11. Как организуется производственный и общественный контроль за охраной труда на предприятии?
12. Как Вы понимаете основные обязанности администрации и производственного персонала в области охраны труда?
13. Какие особенности охраны труда женщин?
14. Какие Вы знаете виды ответственности работников за нарушение законодательства об охране труда?

Глава 2. Организационные основы охраны труда

2.1. Система управления охраной труда на предприятии

2.1.1. Общие положения

Управление охраной труда - это планомерный процесс воздействия на систему «человек - машина - производственная среда» для получения заданных значений совокупности показателей, характеризующих состояние условий труда.

Управление охраной труда, как и любой другой деятельностью, предполагает осуществление последовательности действий для достижения поставленных целей. В теории управления они определяются как функции управления.

С 1 ноября 2005 г. введены в действие стандарты СТБ 18001-2005 «Системы управления охраной труда. Общие требования» и СТБ 18002-2005 «Системы управления охраной труда. Руководство по применению государственного стандарта Республики Беларусь «Системы управления охраной труда. Общие требования», содержание которых гармонизировано с международными и национальными стандартами. В 2009 г. принят дополнительный стандарт СТБ 18001-2009 «Системы управления охраной труда. Требования». В соответствии с этими документами модель СУОТ представлена на рис.2.1.

Система управления охраной труда (СУОТ) – целевая подсистема в системе управления предприятием любой отрасли промышленности. В СУОТ, как и в любой другой системе управления, определяются основные функции и задачи, структура информационных и управленческих связей, формы учетных и отчетных документов и т.д. Она используется для разработки и внедрения политики организации в области охраны труда, а также управления рисками в этой сфере. На начало 2010г. в республике СУОТ внедрена более чем в 900 организациях, из них 146 систем сертифицированы.

Национальные стандарты по управлению охраной труда не требуют коренной перестройки сложившихся систем управления в организациях республики, а предусматривают дополнение их рядом новых элементов и корректировкой отдельных из них. В общих чертах СУОТ состоит из следующих элементов:

- ◆ разработка политики организации в области охраны труда;
- ◆ планирование работы по охране труда на основании идентификации опасностей, оценки связанных с ними рисков и необходимых мер по управлению рисками;
- ◆ разработка программ управления для выполнения каждой из поставленных целей;
- ◆ распределение ролей, ответственности и полномочий работников;
- ◆ осуществление аудитов, мониторингов, проверок по охране труда;
- ◆ разработка корректирующих и предупредительных действий;

- ◆ анализ состояния охраны труда высшим руководством организации;
- ◆ постоянное совершенствование системы управления охраной труда.

Управление охраной труда должно представлять собой совокупность целенаправленных воздействий на коллективы и отдельных работников для организации и координации их деятельности по эффективному выполнению ими задач по обеспечению безопасности, сохранению здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

В основу этой деятельности положен программно-целевой подход, предусматривающий достижение заранее заданных целей и решение поставленных задач, обусловленных реализацией политики организации в области охраны труда.

Управление охраной труда в организации основывается на установленных в Республике Беларусь государственных требованиях в этой области.

Национальными стандартами по управлению охраной труда предусмотрена следующая иерархия документов организации по охране труда:

- руководство по СУОТ;
- процедуры;
- рабочие инструкции;
- записи и другая сопутствующая документация.

В *руководстве по СУОТ* труда описываются ключевые элементы и взаимодействие различных частей системы. Оно может быть сборником процедур и других документов либо частью документации по системе управления охраной труда.

Процедуры содержат письменно оформленную базу управления и определяют, каким образом должны выполняться операции. Процедуры подразделяются на общесистемные и специальные. Общесистемные процедуры едины для всех систем управления (обучение, информирование, управление документацией, внутренние проверки, проведение мониторингов, аудитов, анализа со стороны руководства). Специальные – рассматривают управление отдельными операциями (идентификация опасностей, оценка риска, расследование частных случаев и профессиональных заболеваний, инцидентов и аварий на производственных объектах). Процедуры в СУОТ оформляются в виде положений, стандартов предприятий, инструкций или других документов.

Рабочие инструкции занимают подчиненное положение по отношению к процедурам и предназначены для работающих, выполняющих конкретные задачи (инструкции по охране труда, технологические инструкции, схемы процессов, эскизы, рисунки, серии фотографий или других иллюстраций, таблицы, графики и т.п.).

Записи и сопутствующая документация включает такие документы, как результаты мониторинга, аудитов, отчеты о техническом обслуживании, записи, журналы и т.п. В отличие от документов записи не могут быть изменены. Записи могут включать регистрационные данные, результаты измерений, удостоверения, протоколы, списки посещаемости занятий по охране труда, резуль-

таты тестирования и проверки знаний, резюме и интервью с работающими, сведения в контрольных листах и т.п.

В последние годы на ряде передовых предприятий республики разрабатываются и сертифицируются интегрированные системы управления охраной труда, промышленной безопасностью и охраной окружающей среды, что позволяет им эффективнее работать на мировом рынке.

2.1.2. Задачи и функции управления охраной труда

Конечная и промежуточные цели СУОТ, т.е. устранение или максимальное снижение уровня рисков достигаются решением следующих задач управления:

- ◆ обеспечение соблюдения работающими требований безопасности и гигиены труда;
- ◆ профессиональный отбор работников по отдельным специальностям;
- ◆ обеспечение безопасности производственных процессов, оборудования, оснастки и инструмента;
- ◆ нормализация условий производственной среды и трудового процесса;
- ◆ санитарно-бытовое обслуживание работников;
- ◆ защита работающих от воздействия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса;
- ◆ предоставление компенсаций и льгот работающим за работу во вредных и (или) опасных условиях труда.

Соблюдение работающими требований безопасности и гигиены труда обеспечивается:

- проведением вводного, первичного, повторных, внеплановых, целевых и иных инструктажей по охране труда;
- обучением и повышением квалификации работающих по вопросам охраны труда;
- проверкой знаний по охране труда руководителей, специалистов и других работающих;
- воспитанием у работающих ответственного отношения к собственной безопасности и безопасности окружающих;
- созданием обстановки непримиримого отношения к нарушениям требований охраны труда;
- пропагандой охраны труда в организации;

Профессиональный отбор работников по отдельным специальностям реализуется:

- отбором при приеме на работу по профессиональным требованиям, полу и возрасту;
- проведением предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров для определения пригодности к работе по состоянию здоровья;
- отбором поступающих на работу по психофизиологическим требованиям;

Обеспечение безопасности производственного оборудования, оснастки и инструмента осуществляется:

- применением и изготовлением производственного оборудования, оснастки и инструмента, отвечающих требованиям охраны труда;
- модернизацией эксплуатируемого производственного оборудования, оснастки и инструмента;
- изъятием из эксплуатации производственного оборудования оснастки и инструмента, не отвечающих требованиям охраны труда;
- проведением технических осмотров, освидетельствований, испытаний и диагностики производственного оборудования;
- проведением ремонтно-профилактического обслуживания производственного оборудования;
- организацией надзора за производственными объектами повышенной опасности.

Безопасность производственных процессов обеспечивается:

- применением и внедрением новых безопасных и безвредных технологических процессов;
- приведением действующих технологических процессов в соответствие с требованиями стандартов, норм и правил по охране труда и другой нормативно-технической документации по безопасности труда;
- заменой несовершенных (с точки зрения охраны труда) технологических процессов;
- механизацией и автоматизацией тяжелых, опасных и ручных работ, а также внедрением дистанционного управления и наблюдения за технологическими процессами, рациональным размещением рабочих мест, производственного оборудования, в том числе в изолированных помещениях и на открытых площадках;
- включением требований безопасности в технологическую документацию;

Пожарная безопасность обеспечивается:

- установлением и соблюдением противопожарного режима на предприятии;
- проведением занятий с работающими по пожарно-техническому минимуму и инструктажей по пожарной безопасности;
- обеспечением надзора за состоянием пожарной безопасности; организацией работы пожарно-технической комиссии, добровольных пожарных дружин и боевых расчетов;
- проведением смотров противопожарного состояния объектов;

Для безопасной перевозки опасных грузов проводится:

- проверка знаний водителей и специалистов по вопросам охраны труда,
- стажировка водителей перед допуском к самостоятельной работе;
- назначение лица, ответственного за перевозку опасных грузов;
- регистрация в органах Госпромнадзора транспортных средств;

- установление порядка ликвидации инцидентов и аварий при перевозке опасных грузов;

Обеспечение безопасности зданий и сооружений осуществляется:

- использованием и строительство производственных зданий и сооружений, отвечающим требованиям охраны труда;
- реконструкцией эксплуатируемых производственных зданий сооружений;
- выводом из эксплуатации зданий и сооружений, не отвечающих требованиям охраны труда;
- проведением периодических и внеплановых технических осмотров зданий и сооружений;
- проведением регламентно-профилактических и неотложных ремонтных работ;

Нормализация условий производственной среды и трудового процесса обеспечивается:

- созданием и поддержанием на рабочих местах оптимальных и допустимых условий труда;
- установлением постоянного контроля уровней вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах;
- паспортизацией санитарно-технического состояния условий охраны труда в производственных подразделениях;
- аттестацией рабочих мест по условиям труда;
- рационализацией рабочих мест для достижения на них оптимальных условий;
- ликвидацией рабочих мест с тяжелыми и вредными условиями труда;

Санитарно-бытовое обслуживание работников достигается:

- оснащением организации, ее структурных подразделений и функциональных служб комплексом санитарно-бытовых помещений и устройств, отвечающим требованиям ТНПА;
- модернизацией и реконструкцией эксплуатируемых санитарно-бытовых помещений и устройств;
- выводом из эксплуатации санитарно-бытовых помещений и устройств, не отвечающих действующим нормативным требованиям;
- проведением технических осмотров санитарно-бытовых помещений и устройств;
- выполнением неотложных работ по поддержанию санитарно-бытовых помещений и устройств в надлежащем санитарно-техническом состоянии;

Защита работников от отрицательных последствий воздействия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса обеспечивается:

- оснащением рабочих мест средствами коллективной защиты;
- обеспечением работающих средствами индивидуальной защиты;
- бесплатной выдачей смывающих и обезвреживающих веществ;
- предоставлением оплачиваемых перерывов в работе по условиям труда;

- организацией лечебно-профилактического обслуживания работников;
Компенсации и льготы за работу во вредных и (или) опасных условиях труда обеспечиваются:

- предоставлением дополнительных отпусков работникам с ненормированным рабочим днем и сокращением продолжительности рабочего времени работающим во вредных условиях труда;

- бесплатной выдачей молока или равноценных пищевых продуктов и ли лечебно-профилактического питания работникам отдельных профессий и при выполнении работ в особо вредных условиях труда;

- установлением доплат к должностным окладам и тарифным ставкам за работу во вредных и тяжелых условиях труда;

- льготным пенсионным обеспечением определенных категорий работников за особые условия труда (по Списку № 1 и по Списку № 2);

- предоставлением дополнительных компенсаций и льгот работникам во вредных и тяжелых условиях труда.

Идентификация опасностей на производстве и оценка связанных с ними рисков повреждения здоровья при выполнении работ являются основой для всех последующих действий, связанных с управлением охраной труда в организации.

2.1.3. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков

Одним из элементов новизны в управлении охраной труда является осуществление функции планирования и других видов деятельности по охране труда на основе выявления рисков повреждения здоровья при выполнении работы, их оценки. При этом под *риском* по СТБ 18001-2005 подразумевается сочетание вероятности возникновения опасного события или воздействия(й) и тяжести травмы или снижения трудоспособности, причиной которого может быть это событие или воздействие(я).

Следует заметить, что в технической литературе наряду с термином «риск повреждения здоровья» применяются также термины «риск для безопасности и здоровья работников, связанный с воздействием вредных и опасных производственных факторов», «производственный риск», «профессиональный риск».

До последнего времени термина «риск» не было в нормативных правовых актах. Риск, как категория, применима как к отдельной производственной операции, так и к определенной работе. Как интегральный показатель, риск может быть определен применительно к конкретному виду производственной деятельности, к структурному подразделению, организации в целом, а также для соответствующей отрасли экономической деятельности.

Природа рисков весьма многообразна, и проистекают они как от орудий и предметов труда, используемых материалов и веществ, так и от характера производственных процессов. В то же время риски в существенной степени зависят от так называемого «человеческого фактора», т.е. от действий и поступков людей: от уровня исполнительности работающих, степени соблюдения ими правил

и норм безопасности труда, правил технической эксплуатации производственного оборудования, регламентов технологических процессов и т.п.

Риск повреждения здоровья зависит также от уровня управления охраной труда, оттого, насколько рационально и безопасно организован труд работающих, от их обеспеченности технологической документацией, средствами индивидуальной защиты, от качества обучения и инструктажа по охране труда и т.п.

Международными и общеевропейскими документами, национальными стандартами по управлению охраной труда предусмотрено рассматривать как риски все нарушения работниками требований охраны труда, а также их «промахи», т.е. те ситуации, которые не привели, но могли привести к аварии, инциденту, несчастному случаю на производстве.

Риски могут быть объединены по причинам возникновения; по механизму возникновения; по внешним проявлениям.

Идентификацию производственных опасностей и вредностей и их классификацию следует производить по ТКП 057-2007 «Система управления охраной труда. Воздействующие факторы технологических процессов и методы предупреждения отрицательных последствий», ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», другими стандартами безопасности труда, а также установленными требованиями безопасности к производственному оборудованию, производственным процессам, другими требованиями безопасности, изложенными в эксплуатационной документации.

Риски подразделяются на следующие категории:

- *базовый риск* – неотъемлемый риск, присущий любой деятельности или ситуации и не учитывающий существующее управление риском;

- *остаточный риск* – учитывает уровень риска деятельности и ситуации, находящейся под контролем организации. Риск данной категории применяется для измерения степени управления видов деятельности или ситуаций;

- *приемлемый (допустимый) риск* – риск, сниженный до уровня, который организация может допустить с учетом законодательных и иных обязательных требований и собственной политики в области охраны труда. Приемлемым уровнем риска можно считать вероятность нежелательного события 10^{-6} в год (уровень риска поражения природными факторами, к которым человек исторически приспособлен).

При анализе состояния охраны труда на производстве можно пользоваться понятиями индивидуального, социального и технического рисков.

Индивидуальный риск характеризует опасность определенного вида для отдельного индивидуума. *Социальный риск (групповой)* – это риск опасности для определенной группы людей, а *технический риск* выражает вероятность аварий при эксплуатации технологического процесса, оборудования, транспорта, зданий и сооружений и т.п.

Риск гибели человека на производстве в течение года можно определить отношением статистических данных о количестве несчастных случаев со смертельным исходом к среднесписочной численности работающих. Например, на предприятиях концерна «Белнефтехим» в 2008 г. погибло 7 человек при сред-

неиспечной численности работающих более 117 тыс. Таким образом, риск гибели на производствах этой отрасли экономики составляет $5,9 \times 10^{-5}$. Для сравнения в России риск гибели людей на производстве оценивается уровнем 10^{-4} .

Оценка риска предусматривает две стадии: анализ риска, состоящий в оценке его величины и оценивание риска – принятие решения о его допустимости, а также анализе вариантов его снижения.

Оценку рисков в баллах можно проводить по формуле

$$R = S * P * E,$$

где R - риск; S – возможные последствия риска; P – вероятность риска; E - длительность воздействия риска.

При оценке величины риска определяются значения вероятности, длительности воздействия и его последствий. Оценка категории риска осуществляется по установленным методикам, а при их отсутствии – методом экспертных оценок. Чаще всего используют для этой цели ТКП 057-2007 или Методические рекомендации «Системы управления охраной труда. Порядок проведения работ по оценке рисков в области охраны труда», утвержденные председателем Госстандарта Республики Беларусь 19.06.2006 г. (табл.2.1.).

Таблица 2.1.

Характеристика категорий рисков

Категория риска	Значение R в баллах
Незначительный	Менее 20
Допустимый	20-70
Средний	70-200
Серьезный	200-400
Недопустимый	Более 400

Общий процесс по оценке риска, определению и осуществлению мер по его снижению именуется как *управление риском*.

Управление риском может также включать мониторинг, переоценивание риска, а также действия, направленные на обеспечение соответствия риска принятым решениям.

Основными методами анализа рисков являются:

- *дедуктивный*, при котором за исходное принимается заключительное событие, а затем выявляются события, которые его могут вызвать;

- *индуктивный*, при котором за исходные принимаются возможные нежелательные события и соответствующим анализом выявляются возможные последующие события и их негативное значение.

Выявленные риски группируются, ранжируются по вероятности их проявления и возможных масштабов последствий их проявления для установления приоритетности мер по предупреждению таких событий.

2.1.4. Политика предприятия в области охраны труда

Принципиально важным в СУОТ является установление обязанности высшего руководства организации разрабатывать политику в области охраны труда и следовать ей в своей практической деятельности, а также обязанность проводить анализ эффективности функционирования этой системы в организации.

Высшее руководство должно поддерживать «философию безопасности», документально оформив ее в виде политики организации в области охраны труда, являющейся основой СУОТ.

Политика организации в области охраны труда согласно требованиям национальных стандартов должна:

- соответствовать характеру и масштабу рисков организации;
- включать обязательство по непрерывному ее улучшению;
- включать обязательство соответствовать, как минимум, действующему законодательству, а также другим требованиям, с которыми организация соглашается;
- быть документально оформленной, внедренной и поддерживаться в актуализированном состоянии;
- быть доведенной до сведения всех работников с тем, чтобы каждый из них знал свои обязанности в области охраны труда;
- быть доступной для заинтересованных сторон;
- периодически подвергаться анализу, чтобы оставаться актуальной и соответствовать деятельности организации.

Для практической реализации изложенных требований для конкретной организации политика в области охраны труда может быть представлена в виде следующих принципов и стратегических направлений деятельности:

- приоритет жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности;
- учет требований законодательных и иных нормативных правовых актов по безопасности и гигиене труда в качестве минимально необходимых;
- обеспечение предусмотренных законодательством прав работников на охрану труда, как минимальных;
- постоянное совершенствование и повышение эффективности управления охраной труда;
- непрерывное повышение уровня работы по предупреждению травматизма, заболеваемости и аварийности на производстве;
- последовательное улучшение условий труда, повышение уровня безопасности труда, снижение риска производственных травм и профессиональных заболеваний на основе совершенствования управления деятельности по охране труда;
- содействие работникам и их представителям в участии в управлении охраной труда;
- приоритетное финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда;

- повышение эффективности в использовании средств, выделяемых на охрану труда, и оптимизация затрат на эти цели;
- реализация идеи о том, что охрана труда на каждом рабочем месте, в подразделении и в организации в целом – обязанность всех и каждого.

Политика не требует указания конкретных целей, а содержит лишь общие намерения и направления деятельности в области охраны труда. Однако, если цели не подкрепляют политику, то это ставит под сомнение возможность реализации самой политики.

2.1.5. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда

Планирование работ по охране труда – это организационный процесс управления, осуществляемый с целью обеспечения безопасных условий труда работников на основе эффективного использования средств, выделяемых на улучшение условий и охрану труда.

Планирование работ по охране труда должно предусматривать определение заданий структурным подразделениям и функциональным службам предприятия и отдельным должностным лицам, участвующим в решении задач охраны труда.

На предприятии разрабатываются перспективные, текущие и оперативные планы охраны труда. *Перспективные планы* в условиях стабильного развития экономики составляются на 5 лет. Практикуется составление перспективных планов на 2-3 года. *Текущие планы* составляются на год, *оперативные* - на квартал или месяц.

В планы работы включаются мероприятия для решения следующих задач:

- максимальное сокращение рабочих мест, несоответствующих нормативным требованиям;
- приведение машин, механизмов и оборудования в соответствие с требованиями безопасности и гигиены труда;
- вывод из эксплуатации объектов, не обеспечивающих соблюдение требований охраны труда и не подлежащих реконструкции и капитальному ремонту по причине экономической нецелесообразности его проведения;
- сокращение и ликвидация тяжелых физических работ и уменьшение численности работающих, занятых ручным трудом;
- сокращение численности занятых в ночные смены, в первую очередь женщин и др.

Исходными данными для разработки планов служат следующие документы и мероприятия:

- паспорта санитарно-технического состояния условий труда в цехе, на участке, другом структурном подразделении;
- мероприятия, предусмотренные документами специального расследования несчастных случаев с тяжелыми последствиями и в актах по форме Н-1;
- приказы нанимателя по вопросам охраны труда;
- мероприятия, предусмотренные коллективным договором;

- журналы административно-общественного контроля за состоянием охраны труда;
- предписания органов государственного надзора и контроля, службы охраны труда предприятия;
- представления профсоюзов и предложения работников по улучшению условий труда;
- информация о передовом опыте работы по созданию здоровых и безопасных условий труда;
- документы и предложения вышестоящих органов.

Разработке планов могут предшествовать паспортизация и аттестация рабочих мест на их соответствие требованиям безопасности труда.

План мероприятий по охране труда является самостоятельным документом или составной частью коллективного договора.

Планы мероприятий по охране труда должны содержать: наименование мероприятия, источники финансирования, сроки исполнения, ответственных лиц, социальный эффект.

Запланированные мероприятия обязательны для исполнения. Лица, не обеспечившие выполнение мероприятий, могут быть привлечены к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

Мероприятия, представленные в планах по охране труда, обеспечиваются соответствующей проектно-конструкторской и другой технической документацией, финансированием и материальными ресурсами.

Финансирование планируемых мероприятий осуществляется предприятием (учреждением) за счет:

- ◆ средств, затраты по которым относятся на себестоимость продукции (работ, услуг), если мероприятия носят некапитальный характер и непосредственно связаны с участием работников в производственном процессе;
- ◆ сметы расходов для учреждений, финансируемых из бюджета, если мероприятия носят некапитальный характер;
- ◆ средств амортизационного фонда, если мероприятия проводятся одновременно с капитальным ремонтом основных средств;
- ◆ банковского кредита, если мероприятия входят в комплекс кредитуемых банком затрат по внедрению новой техники или расширению производства;
- ◆ инвестиций в основной капитал, включая фонд накопления, если мероприятия являются капитальными.

Работодатель имеет право в рамках действующего законодательства в установленном порядке принимать соответствующие решения о финансировании мероприятий и за счет других средств (источников).

Денежные средства и материальные ресурсы, предназначенные на осуществление мероприятий по охране труда нельзя использовать ни на какие другие цели. В тех случаях, когда в результате экономии при выполнении работ или если отпадает необходимость в отдельных мероприятиях, остаются средства и материальные ресурсы, они направляются нанимателем на выполнение допол-

нительных мероприятий по охране труда. Это не касается организаций, финансируемых из бюджета.

2.1.6. Аудиты функционирования системы управления охраной труда. Мониторинги состояния условий и охраны труда

Основное назначение аудитов – предоставить информацию высшему руководству о функционировании системы управления охраной труда для анализа ее эффективности.

Аудиты проводятся с целью:

- определения соответствия СУОТ требованиям стандарта;
- установления полноты реализации требований СУОТ в практической деятельности;
- определения эффективности системы управления для достижения поставленных целей;
- выявления потенциала для дальнейшего совершенствования СУОТ;
- обеспечения выполнения требований законодательства;
- сертификации системы управления качеством на ее соответствие требованиям стандарта.

Внутренние аудиты в организации проводят для установления соответствия СУОТ политике организации в области охраны труда, программам управления по реализации целей охраны труда и решаемым задачам, а также эффективности ее функционирования.

Программа аудитов планируется с учетом важности процессов, подлежащих аудиту, а также результатов предыдущих аудитов. Периодичность аудитов определяется планами работы по охране труда, а их проведение осуществляется по утвержденной методике.

Выбор аудиторов и проведение аудитов должны обеспечить объективность и беспристрастность процесса аудита. Аудиторы не должны проверять свою собственную работу.

Аудит охватывает:

- политику в области охраны труда;
- планирование, разработку и осуществление мероприятий по охране труда;
- документацию по системе управления охраной труда;
- квалификацию работников по вопросам охраны;
- участие работников в управлении охраной труда;
- ответственность и полномочия работников по вопросам охраны труда;
- расследование несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, аварий и инцидентов на производственных объектах;
- разработку и осуществление корректирующих мероприятий и контроль за их реализацией;
- состояние работы по предупреждению аварийных ситуаций, готовности к их локализации и ликвидации последствий;
- состояние ресурсного обеспечения мероприятий по охране труда;

- проведение мониторинга состояния охраны труда и оценка результатов деятельности;
- анализ эффективности управления;
- осуществление мер по непрерывному совершенствованию управления охраной труда.

Результаты аудита оформляются актом аудиторской проверки. По результатам аудита осуществляются:

корректирующие действия – с целью устранения причин несоответствий и предупреждения повторного возникновения несоответствий;

превентивные действия – с целью устранения причин потенциальных несоответствий для предупреждения их появления.

Аудиты подразделяются по ряду признаков. В зависимости от того, как организовано проведение аудита и в чьих интересах он проводится, аудиты могут быть подразделены на:

- аудиты первой стороны – проводятся самой организацией собственных интересах;

- аудиты второй стороны – аудиты, проводимые организацией в собственных целях в другой организации (поставщик, подрядчик). К ним относятся и корпоративные аудиты, проводимые в пределах компании, ассоциации, объединения и др.;

- аудит третьей стороны – осуществляется независимой организацией (не заинтересованной в результатах аудита). Такие аудиты, как правило, проводятся для целей сертификации, решения вопроса о присуждении премии и т.п.

Аудит первой стороны рассматривается как внутренний аудит, а аудиты второй и третьей стороны, как внешние.

Вертикальный аудит – аудит, при котором подразделение проверяется по всем пунктам стандарта, по всем аспектам управления охраной труда.

Горизонтальный аудит – аудит, при котором определенный пункт стандарта, аспект управления охраной труда проверяется во всех подразделениях.

Комбинированный аудит – одновременный аудит системы менеджмента качества, системы менеджмента окружающей среды, системы управления охраной труда.

Совместный аудит – аудит, проводимый совместно двумя или более организациями.

В зависимости от критериев, по которым проводится аудит, они могут подразделяться на:

- *аудит соответствия* (внедрения). В результате его проведения устанавливается, насколько на практике обеспечивается выполнения требований СУОТ, установленных процедур и критериев;

- *аудит адекватности* (настольный аудит или аудит документации).

В результате его проведения устанавливается, насколько СУОТ организации соответствует требованиям принятого стандарта.

Следует отметить некоторые особенности, отличающие аудиты от других видов контрольной деятельности: при аудите проводится проверка функциони-

рования системы, а не работы подразделений и отдельных работников; результаты аудитов не должны служить в качестве основания привлечения работающих к ответственности.

Подразделения и службы, в которых проводился аудит, в случае выявления несоответствий в их деятельности требованиям СУОТ, разрабатывают корректирующие действия по устранению причин несоответствий с целью недопущения повторения их вновь. В результате осуществления корректирующих действий должна устраняться причина, а не следствие, ибо только устранение причины позволяет исключить повторение тех же самых несоответствий.

По истечении сроков выполнения корректирующих действий аудитор должен получить уведомление об этом, а затем лично убедиться в выполнении соответствующих мероприятий. Только после личной проверки аудит может считаться завершенным.

Для получения информации по отдельным вопросам охраны труда, об изменениях во времени показателей, характеризующих состояние условий и охраны труда в организации, проводятся мониторинги.

Мониторинг является:

- средством обратной связи по результатам деятельности по охране труда;
- источником информации для определения того, являются ли текущие мероприятия по определению, предотвращению и контролю опасных и (или) вредных производственных факторов и рисков целесообразными и эффективными;
- источником информации об обоснованности и эффективности применения методов и средств решения вопросов охраны труда, определения ответственности и полномочий должностных лиц по вопросам охраны труда;
- основанием для принятия решений о совершенствовании работы по охране труда и управления этой деятельностью.

По характеру анализируемой и отслеживаемой информации и времени проведения мониторинга подразделяются на активные (предупреждающие) и реактивные (последующие, ответные).

Активный (предупреждающий) мониторинг служит для получения информации об эффективности работы до возникновения несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, инцидентов. В результате проведения такого мониторинга обеспечивается своевременное выявление проблем, требующих принятия упреждающих мер по обеспечению безопасности и охраны труда. Активный мониторинг проводится для своевременного выявления признаков и тенденций, требующих принятия упреждающих мер с целью обеспечения безопасности и охраны труда.

Реактивный (последующий, ответный) мониторинг выполняется после возникновения проблемных ситуаций и включает исследование:

- результатов расследования травматизма и заболеваемости на производстве, аварий и инцидентов на производственных объектах;
- неудовлетворительных результатов деятельности по безопасности и охране труда и недостатков системы управления охраной труда;

- содержания предписаний органов государственного надзора и контроля, службы охраны труда и других контролирующих служб организации, представлений профсоюзов;

- мероприятий по документам расследований несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, аварий и инцидентов на производственных объектах;

- программ трудовой реабилитации и восстановления здоровья работников, потерпевших в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- потерь, нанесенных организации вследствие нарушений требований безопасности и охраны труда.

По результатам аудитов функционирования СУОТ, мониторингов состояния условий и охраны труда, других контролирующих действий осуществляется оценка:

- стратегии СУОТ в целом, чтобы определить, отвечает ли она планируемыми целям, и достигаются ли запланированные результаты деятельности;

- способности СУОТ удовлетворять нужды организации и других заинтересованных сторон;

- действенности применяемых методов управления охраной труда;

- действенности обратной связи в СУОТ, включая ее воздействие на осуществление планирования и непрерывного совершенствования;

- эффективности мер, принимаемых по результатам предыдущих исследований эффективности управления;

- тенденций в постановке целей охраны труда, и их достижении. Кроме того, определяется потребность изменения СУОТ, включая политику и цели охраны труда, а также меры, необходимые для своевременного устранения недостатков.

Периодичность проведения мониторингов должна быть достаточной для своевременного отслеживания соответствующих показателей, характеризующих деятельность по охране труда. Чем выше динамика изменения соответствующих показателей, тем короче должны быть интервалы времени между проведением мониторингов. Для отдельных процессов может потребоваться непрерывный мониторинг.

Для проведения аудитов и мониторингов в организации должны быть разработаны процедуры, определяющие порядок их проведения.

2.1.7. Экономическая эффективность мероприятий по охране труда

Затраты на разработку и внедрение мероприятий по улучшению условий и охраны труда подразделяются на единовременные и текущие (эксплуатационные). Единовременные могут быть капитальными и затратами, отражающимися в себестоимости продукции (услуг).

Капитальные затраты осуществляются при реализации крупных мероприятий, связанных с реконструкцией цехов, участков, основного технологиче-

ского оборудования с учетом государственных требований охраны труда.

К *единовременным затратам*, отражающимся в себестоимости продукции (услуг), относятся затраты на обследование условий труда, разработку и внедрение мероприятий по их улучшению, закупку недорогостоящей оснастки и инвентаря, покраску стен и т.п.

Текущие (эксплуатационные) затраты состоят из общехозяйственных и общепроизводственных расходов, включая средства на охрану труда, производственную санитарию, содержание бытовых помещений, погашение износа спецодежды и обуви, их ремонт, стирку, дезинфекцию и т.д.

Экономическая эффективность мероприятий по улучшению условий и охраны труда обеспечивается ростом производительности труда работающих и экономией непроизводственных потерь.

Повышение производительности труда обеспечивается за счет более рационального использования рабочей силы и экономии рабочего времени. При улучшении условий и охраны труда возрастает работоспособность человека, снижается его утомляемость, устраняются или сокращаются внутрисменные простои, уменьшается трудоемкость продукции, увеличивается эффективный фонд рабочего времени, повышается эффективность использования технологического оборудования и т.п.

Экономия непроизводственных потерь, связанных с неблагоприятными условиями труда, обеспечивается за счет снижения: материального ущерба от возникновения несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве, расходов на льготы и компенсации работающим, затрат на приобретение средств коллективной и индивидуальной защиты, уменьшения ущерба от текучести рабочей силы по причине неудовлетворенности условиями труда, потерь от брака и т.д.

Зависимость эффективности производства от состояния условий и охраны труда определяется путем сопоставления возможных изменений затрат предприятия по заболеваемости, на выплату компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, потерь из-за текучести рабочих кадров и недополученной части произведенной продукции вследствие производственного травматизма.

Проведение оценки влияния условий труда на его производительность и эффективность производства предусмотрена в СУОТ и осуществляется на всех уровнях хозяйственного руководства (рабочее место, цех, предприятие, объединение и др.) с использованием соответствующей статистической информации.

Результативность труда на рабочем месте определяется через уровень работоспособности человека, который оказывает влияние на степень использования рабочей силы и, как следствие, на производительность труда.

Уровень работоспособности, глубину утомления и производительность труда на рабочем месте можно определить с помощью методов физиологических исследований и путем количественной оценки элементов, составляющих условия труда. Разработаны методы изучения работоспособности и найдены зависимости между показателями, характеризующими условия труда, и уровнем работо-

способности. Например,

$$K_p = 100 - (I_T - 15,6/0.64),$$

где K_p - уровень работоспособности человека при данных условиях труда в относительных единицах; I_T - интегральный показатель тяжести труда в тех же условиях в баллах; 15,6 и 0.64 - коэффициенты регрессии.

Условия труда существенно влияют на показатели производственного травматизма, профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости, а также вызываемую ими временную утрату трудоспособности (ВУТ), от уровня которой зависит величина эффективного фонда рабочего времени. Так, по данным отечественных и зарубежных авторов, потери рабочего времени в связи с производственно обусловленной заболеваемостью составляют от 10 до 60%.

Заболеваемость работающих с временной утратой трудоспособности зависит от возраста и может быть выражена зависимостью

$$ВУТ = 100 (2,42 + 0,167x),$$

где x - средний возраст работающих, лет. Эта формула позволяет рассчитать прогнозируемую величину ВУТ в днях на 100 работающих при благоприятных условиях труда. Эта величина представляет собой нормативные потери времени ($ВУТ_n$).

Относительная экономия численности трудовых ресурсов при полном исключении производственного травматизма ($\mathcal{E}_{отн}$), чел рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{отн} = ВУТ_\phi / \Phi_n,$$

где $ВУТ_\phi$ - фактические потери рабочего времени вследствие производственного травматизма на предприятии (цехе), дн; Φ_n - годовой плановый фонд рабочего времени одного работающего, дн.

Общая относительная экономия численности работающих (включая экономию от ликвидации травматизма) ($\mathcal{E}_{общ}$) можно рассчитать по формуле

$$\mathcal{E}_{общ} = (ВУТ_\phi - ВУТ_n)N / 100 \Phi_n,$$

где N - среднесписочная численность промышленно-производственного персонала. Зная среднюю заработную плату по предприятию можно рассчитать экономический эффект от реализованных оздоровительных мероприятий.

Годовой экономический эффект от осуществления мероприятий по улучшению условий и охраны труда вычисляется по следующим зависимостям:

$$\mathcal{E}_r = P - Z$$

или

$$\mathcal{E}_r = P - (C + KE_n),$$

где P - полученный экономический результат, руб.; Z - приведенные к годовой соизмерности текущие и капитальные затраты на мероприятия по улучшению условий и охраны труда, руб./год; C - годовые эксплуатационные расходы на мероприятия по улучшению условий и охраны труда, руб.; K - капитальные вложения в мероприятия, направленные на улучшение условий и охраны труда; E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности для

капитальных вложений на осуществление мероприятий по улучшению условий и охраны труда. Коэффициент экономической эффективности для мероприятий по улучшению условий и охраны труда определяется по фактическим экономическим показателям работы предприятия.

Сравнение предлагаемых вариантов различных мероприятий и выбор лучшего с точки зрения экономической целесообразности следует производить по максимуму годового экономического эффекта.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат на мероприятия по улучшению условий и охраны труда определяется как отношение полученного результата к приведенным затратам

$$\mathcal{E}_o = \frac{P}{Z}.$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений в мероприятия по улучшению условий и охраны труда при необходимости определяется по выражению

$$\mathcal{E}_k = \frac{P - C}{K}.$$

Показатель эффективности капитальных вложений следует сопоставлять с нормативным (E_n), если $\mathcal{E}_k > E_n$, то капитальные вложения можно считать эффективными.

Величина, обратная коэффициенту эффективности, характеризующая срок окупаемости капитальных вложений, вычисляется по формуле

$$T = \frac{K}{P - C} = \frac{1}{\mathcal{E}_k}.$$

Чем меньше срок окупаемости капитальных вложений, тем более эффективными считаются капитальные вложения в мероприятия по улучшению условий и охраны труда. Однако следует иметь в виду, что внедрение мероприятий по улучшению условий и охраны труда всегда целесообразны даже при незначительной своей экономической эффективности.

2.2. Организация службы охраны труда на предприятии

В системе управления охраной труда на предприятии важное место принадлежит *службе охраны труда*, которая может быть представлена структурным подразделением (отдел, бюро) или специально выделенным работником (инженер по охране труда). На небольших предприятиях эти функции могут быть возложены приказом по предприятию на других работающих наряду с выполнением ими иных служебных обязанностей. Структуру и численность службы охраны труда определяет руководитель организации в соответствии с требованиями законодательства и в зависимости от численности работающих, характера и степени опасности факторов производственной среды и трудового процесса, а также наличия потенциально опасных видов деятельности.

Должность специалиста по охране труда вводится:

- в производственной сфере при численности работающих 100-250 человек;
- в других отраслях при численности работающих 200-250 человек.

При численности работающих на предприятии свыше 250 человек расчет численности специалистов по охране труда ведется по нормативам, утвержденным Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 23.07.1999 г. № 94 в зависимости от среднесписочной численности работников, характера и условий их труда, а также степени опасности производства.

В своей работе служба охраны труда либо работник, на которого возложены эти обязанности, руководствуются следующими документами:

- *Типовым положением о службе охраны труда на предприятии*, утвержденным Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 24.05.2002 г. № 82), с изменениями и дополнениями, утвержденными Постановлением этого же органа от 28.11.2008 г. № 174;

- *квалификационными характеристиками* должностей начальника отдела охраны труда и (или) инженера по охране труда.

Основными задачами службы охраны труда предприятия являются:

- организация и координация работы по охране труда на предприятии;
- совершенствование СУОТ, а также профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и улучшению условий труда;

- внедрение передового опыта и научных разработок по безопасности и гигиене труда, пропаганда охраны труда;

- информирование и консультирование работодателя и работающих организации по вопросам охраны труда;

- осуществление контроля, в том числе ежемесячного и ежеквартального, за обеспечением требований безопасности и гигиены труда, законодательства о труде и охране труда, соблюдения локальных нормативных правовых актов по вопросам охраны труда.

Для выполнения этих задач обычно на службу охраны труда предприятия возлагаются следующие функции:

- выявление случаев нарушения законодательства по охране труда;
- организация проведения анализа состояния условий и охраны труда;
- анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости;

- оказание помощи подразделениям предприятия в организации и проведении замеров параметров опасных и (или) вредных производственных факторов, аттестации и сертификации рабочих мест и производственного оборудования на соответствие требованиям охраны труда;

- информирование работающих от лица работодателя о состоянии условий труда на рабочих местах, о причинах возникновения профессиональных заболеваний и мероприятиях по их предупреждению, о принятых мерах по защите от опасных и (или) вредных производственных факторов;

- участие в подготовке документов на выплату компенсации за ущерб, причиненный здоровью работающих в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

- проведение проверок, обследований технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов на соответствие их нормативным правовым актам по охране труда, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений, средств коллективной и индивидуальной защиты;

- разработка совместно с руководителями подразделений и другими службами предприятия мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, по улучшению условий труда и доведению их до требований нормативных правовых актов по охране труда, а также оказание организационной помощи по выполнению запланированных мероприятий;

- участие в составлении раздела «Охрана труда» коллективного договора, соглашения по охране труда предприятия;

- участие в работе комиссии по приемке в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных объектов производственного назначения, по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования;

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

- оказание методической помощи руководителям подразделений предприятия по разработке и пересмотру инструкций по охране труда для работников, стандартов предприятия по безопасности труда;

- проведение вводного инструктажа по охране труда;

- участие в работе комиссий по проверке знаний по охране труда у работающих;

- составление отчетности по охране труда по установленным формам и в соответствующие сроки и др.

Служба охраны труда предприятия осуществляет контроль:

- за соблюдением требований законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

- правильным применением средств индивидуальной защиты;

- соблюдением Правил расследования и учета несчастных случаев на производстве и профзаболеваний;

- выполнением мероприятий раздела «Охрана труда» коллективного договора или соглашения по охране труда, а также по устранению причин, вызвавших несчастный случай (из акта формы Н-1), предписаний органов государственного надзора и контроля, других мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда;

- наличием в подразделениях инструкций по охране труда для работающих согласно перечню профессий и видов работ, на которые они должны быть разработаны, своевременным их пересмотром;

- соблюдением графиков замеров параметров опасных и (или) вредных производственных факторов;

- своевременным проведением соответствующими службами необходимых испытаний и технических освидетельствований оборудования, машин и механизмов;

- эффективностью работы аспирационных и вентиляционных систем;
- состоянием предохранительных приспособлений и защитных устройств;
- своевременным и качественным проведением обучения, проверки знаний и всех видов инструктажей по охране труда;

- организацией хранения, выдачи, стирки, химической чистки, сушки, обеспыливания, обезжиривания, обеззараживания и ремонта спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты;

- правильным расходованием в подразделениях предприятия средств, выделенных на выполнение мероприятий по охране труда;

- организацией хранения документации (актов формы Н-1 и других документов по расследованию несчастных случаев на производстве, протоколов замеров параметров опасных и (или) вредных производственных факторов, материалов аттестации и сертификации рабочих мест и др.) в соответствии со сроками, установленными нормативными правовыми актами, и др.

В целях выполнения функциональных обязанностей работникам службы охраны труда предоставляются следующие права:

- беспрепятственно осматривать производственные, служебные и бытовые помещения предприятия, знакомиться с документами по вопросам охраны труда;

- проверять состояние условий и охраны труда в подразделениях предприятия и предъявлять должностным лицам и ответственным работникам предписания в установленной форме на устранение выявленных нарушений законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

- приостанавливать (запрещать) путем выдачи предписания эксплуатацию оборудования, инструмента, приспособлений, транспортных средств и выполнение работ при выявлении нарушений создающих угрозу для жизни и здоровья работающих и окружающих, до их устранения;

- привлекать по согласованию с работодателем и руководителями подразделений предприятия соответствующих специалистов к проверкам состояния охраны труда;

- запрашивать и получать от руководителей подразделений предприятия материалы по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от лиц, допустивших нарушения правил безопасности труда;

- требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, появившихся на работе в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также в состоянии, связанном с болезнью, препятствующем выполнению работы, не прошедших в установленном порядке инструктаж, проверку знаний по охране труда или грубо нарушающих правила, нормы и требования инструкций по охране труда;

- представлять работодателю, руководителям подразделений предприятия предложения о поощрении отдельных работников за активную работу по соз-

данию здоровых и безопасных условий труда, а также о привлечении к ответственности виновных в нарушении законодательных и иных нормативных правовых актов об охране труда.

Распределение обязанностей между работниками службы охраны труда организационно закрепляется распоряжением (приказом) по службе или по предприятию.

Перечень документов по охране труда на предприятии во многом обусловлен характером производственной деятельности. Тем не менее, определен целый ряд документов, ведение которых является обязательным, независимо от специфики производственной деятельности. К ним, в частности, относятся:

- перечень действующих инструкций по охране труда;
- журнал регистрации инструкций по охране труда;
- журнал выдачи инструкций по охране труда;
- инструкции по охране труда для работников всех профессий и на все виды выполняемых работ;
- программа вводного инструктажа по охране труда;
- перечень должностей и профессий работников, для которых проводится инструктаж по охране труда на рабочем месте;
- журналы регистрации инструктажей по охране труда;
- приказы о создании комиссии по проверке знаний работающих по вопросам охраны труда, пожарно-технической комиссии, инженерно-врачебной бригады, добровольных пожарных дружин и боевых расчетов, других аналогичных формирований;
- протоколы комиссии по проверке знаний работающих по вопросам охраны труда;
- удостоверения по охране труда;
- перечень профессий и работ, по которым проводится проверка знаний работающих по вопросам охраны труда;
- перечень должностей руководителей и специалистов, подлежащих периодической проверке знаний по вопросам охраны труда;
- журналы регистрации несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- журнал регистрации микротравм;
- акты о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях и материалы их расследований;
- перечни контингентов и список лиц, подлежащих предварительному и периодическим медицинским осмотрам;
- перечни работ с тяжелыми, опасными и (или) вредными условиями труда (для запрещения использования на них труда женщин и лиц моложе 18 лет);
- перечень профессий и должностей работающих на бесплатную выдачу специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты; молока или других равноценных пищевых продуктов; смывающих и обезвреживающих веществ;

- перечни профессий и должностей работающих с вредными условиями труда, которым предоставляется дополнительный отпуск и устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени, и работающих, которым предоставляется дополнительный отпуск в связи с ненормированным рабочим днем;

- перечень рабочих мест, производств, профессий и должностей, дающих право на пенсию по возрасту в связи с особыми условиями труда по Списку № 1 и Списку № 2;

- карты оценки организационно-технического уровня рабочих мест;
- карты условий труда на рабочих местах;
- паспорта на оборудование, машины, механизмы;
- акты о вводе в эксплуатацию объектов и установок;
- техническая документация на здания и сооружения;
- акты и протоколы осмотров и испытаний оборудования;
- схемы энергоснабжения;
- лицензии, разрешения на осуществление соответствующих видов деятельности;

- графики осмотров, испытаний, проведения регламентных и ремонтных работ;

- наряды-допуски на выполнение работ с повышенной опасностью;
- специфическая документация по радиационной, лазерной, химической безопасности, перевозке опасных грузов;

- приказы о назначении ответственных лиц по различным вопросам, связанным с обеспечением безопасности труда;

- копии отчетов о травматизме, заболеваемости, условиях труда.

Между работниками службы охраны труда должны быть четко распределены и закреплены на предприятии участки работ. Организационно такое распределение обязанностей закрепляется приказом (распоряжением) по службе охраны труда или предприятию.

Для координации и повышения эффективности работы службы охраны труда составляется общий годовой план, несмотря на то, что значительное количество работ, не может быть заранее предусмотрено (участие в расследовании несчастных случаев, работе органов государственного надзора, различных комиссий, представление внеплановой информации и пр.).

2.3. Организация обучения и проверки знаний работающих по безопасности труда

2.3.1. Обучение и проверка знаний руководителей и специалистов

Обучение, инструктаж и проверка знаний работающих по вопросам охраны труда являются важными элементами системы мер по предупреждению аварий и травматизма на производстве, обеспечению права граждан на здоровые и безопасные условия труда и носят непрерывный многоуровневый характер.

Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда работающих проводятся в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об образовании», Положением о непрерывном профессиональном обучении рабочих (служащих), утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 15.05.2007 г. № 599), Положением о порядке осуществления повышения квалификации, стажировки и переподготовки работников, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 12.03.2008 г. № 379 и Инструкцией о порядке подготовки (обучения), переподготовки, стажировки, инструктажа, повышения квалификации и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, утвержденной Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 г. № 175 и разработанными в соответствии с ними отраслевыми документами.

В соответствии с указанными документами ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверки знаний работающих в целом по предприятию, учреждению возлагается на директора (главного инженера), а в структурных подразделениях – на их руководителей.

Руководители и специалисты, вновь принимаемые на работу, проходят вводный инструктаж, вышестоящий руководитель знакомит их с должностными обязанностями, состоянием охраны труда, организацией работы и мерами по обеспечению безопасности труда на вверяемом им объекте.

Специалисты, принятые или переведенные на работы, связанные с ведением технологических процессов, эксплуатацией, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, коммуникаций, зданий и сооружений, а также занятые на подземных работах, перед допуском к самостоятельной работе кроме вводного инструктажа проходят стажировку по занимаемой должности, срок которой определяется руководителем предприятия.

На каждом предприятии должен составляться и утверждаться Перечень должностей руководителей и специалистов, проходящих периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда. Специалисты и руководители предприятия не позднее одного месяца со дня вступления в должность, а также периодически не реже одного раза в три года проходят проверку знаний по охране труда в соответствующих комиссиях.

Для проверки знаний руководителей и специалистов создается комиссия. В ее состав включают работников служб охраны труда, юридической, отраслевых специалистов (энергетик, механик, технолог). Проверка знаний по вопросам охраны труда проводится с участием представителей профсоюза или трудового коллектива, членом которого является руководитель либо специалист, а также представителей государственных органов надзора и контроля (по согласованию).

В свою очередь руководители организаций, их заместители, ответственные за организацию охраны труда, главные специалисты, руководители (специалисты) служб охраны труда, члены комиссий организаций проходят проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствующих комиссиях вышестоящих организаций, республиканских органов государственного управления

или в комиссиях местных исполнительных и распорядительных органов в соответствии с постановлением МТиСЗ от 30.12.2008 г. № 210.

Перечень контрольных вопросов по охране труда для проверки знаний руководителей и специалистов разрабатывается соответствующими вышестоящими органами управления, учебными центрами с учетом специфики производственной деятельности.

Руководителям и специалистам, прошедшим проверку знаний по охране труда, выдается соответствующее удостоверение.

Руководители и специалисты, не прошедшие проверку знаний по охране труда, обязаны в срок не позднее одного месяца пройти повторную проверку знаний. Вопрос о соответствии занимаемой должности руководителей и специалистов, не прошедших проверку знаний по охране труда во второй раз, решается работодателем в соответствии с нормами трудового законодательства.

Внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по охране труда проводится:

- при переводе руководителя или специалиста на другое место работы или назначении его на должность, где требуются дополнительные знания по охране труда;

- при принятии актов законодательства, содержащих требования по охране труда, соблюдение которых входит в их должностные обязанности. При этом осуществляется проверка знаний только данных актов законодательства;

- по требованию специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля;

- по решению руководителя организации или другого должностного лица, ответственного за организацию охраны труда, при выявлении нарушений требований по охране труда или незнании норм нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда, которые могут привести или привели к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям;

- при перерыве в работе в данной должности более одного года.

Во все учебные планы и программы курсов повышения квалификации по специальности (профессии) должны включаться вопросы по охране труда в объеме не менее 10% от общего объема учебных часов.

2.3.2. Обучение и проверка знаний рабочих по охране труда

Обучение и проверка знаний рабочих по охране труда проводится при подготовке и переподготовке по профессиям, а также при повышении квалификации. Сроки обучения при профессиональной подготовке рабочих определяются квалификационными характеристиками и учебными планами. Учебные планы и программы при подготовке рабочих по профессиям должны предусматривать теоретическое обучение по вопросам охраны труда (не менее 10 часов) и производственное обучение безопасным методам и приемам работы.

При обучении профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, предмет «Охрана труда» преподается в объеме не менее 60 часов в учреждениях профессионально-технического образования и не менее 20 часов – при обучении непосредственно в организации. Продолжительность производственного обучения профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, устанавливается не менее 12 рабочих дней, а на других работах – не менее 4 рабочих дней. Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации рабочих завершаются итоговой аттестацией в форме квалификационных экзаменов. В экзаменационные билеты включаются вопросы по охране труда.

Рабочие, имеющие перерыв в работе по специальности более трех лет, должны пройти стажировку перед допуском к самостоятельной работе. Допуск рабочих к самостоятельной работе осуществляется руководителем и оформляется приказом, распоряжением либо записью в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

Рабочие, принятые или переведенные на работы с повышенной опасностью (имеющие перерыв в выполнении указанных работ более 1 года) допускаются к самостоятельной работе после прохождения стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда. Во время стажировки рабочие выполняют работу под руководством назначенных приказом (распоряжением) руководителя организации мастеров, бригадиров и высококвалифицированных рабочих, имеющих стаж практической работы по данной профессии или виду работ не менее трех лет. За руководителем стажировки может быть закреплено не более двух рабочих. Руководители стажировки и рабочие, проходящие стажировку, должны быть ознакомлены с приказом (распоряжением) о прохождении стажировки.

Руководитель утверждает перечень профессий рабочих, которые обязаны проходить стажировку, и устанавливает ее продолжительность (не менее двух рабочих дней) в зависимости от квалификации и видов выполняемых работ.

Рабочие, занятые на работах с повышенной опасностью, а также на объектах, поднадзорных государственным органам специализированного надзора и контроля, проходят периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда не реже одного раза в год. Перечень профессий рабочих, которые должны проходить проверку знаний по охране труда, утверждается руководителем организации.

Допуск рабочих к самостоятельной работе осуществляется руководителем организации (структурного подразделения) и оформляется приказом, распоряжением или записью в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

Лица, не прошедшие проверку знаний, к самостоятельной работе не допускаются.

При получении рабочим неудовлетворительной оценки повторная проверка знаний назначается на срок не позднее одного месяца, и к самостоятельной работе по данной специальности он на этот период не допускается.

При повторном получении неудовлетворительной оценки при проверке знаний по охране труда нанимателем ставится вопрос о целесообразности дальнейшего использования данного работника на его рабочем месте.

2.3.3. Инструктаж работающих по охране труда

Вне зависимости от занимаемой должности, профессии и квалификации все участники производственного процесса проходят *инструктаж* по охране труда, который бывает: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

Вводный инструктаж проводят со всеми работающими, которые впервые принимаются на постоянную или временную работу, независимо от их образования, трудового стажа, стажа работы по этой профессии, специальности, должности, а также с командированными при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации, с учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Инструктаж проводится по утвержденной руководителем организации программе (инструкции).

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала производственной деятельности с работающими, принятыми на работу; переведенными из одного подразделения в другое; непосредственно принимающими участие в производственном процессе (выполняемых работах) у нанимателя; выполняющими работы по заданию организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится с каждым работником индивидуально, с практическим показом безопасных приемов и методов работы. Допускается проводить его с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места.

Повторный инструктаж проходят все работники независимо от квалификации, образования, стажа и характера выполняемой работы не реже одного раза в полугодие. Он проводится либо с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа на рабочем месте, либо в объеме инструкций по охране труда на рабочем месте.

Перечень профессий и должностей работающих, освобождаемых от первичного инструктажа на рабочем месте и повторного инструктажа, составляется службой охраны труда с участием профсоюза и утверждается руководителем организации.

Внеплановый инструктаж по охране труда проводится при:
принятии новых НПА, в том числе ТНПА и локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, или внесении изменений и дополнений к ним;

изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приборов и инструмента, сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

нарушении лицами НПА, содержащих требования по охране труда, которое привело или могло привести к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям;

перерывах в работе по профессии (в должности) более шести месяцев; поступлении информации об авариях и несчастных случаях, происшедших в однопрофильных организациях.

Внеплановый инструктаж проводится также по требованию представителей специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля, вышестоящих государственных органов или государственных организаций, должностного лица организации, на которого возложены обязанности по организации охраны труда, при нарушении нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда.

Внеплановый инструктаж проводится индивидуально либо с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяются в каждом конкретном случае в зависимости от причины и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения, а также с учетом уровня выполнения требуемых правил безопасности на рабочих местах. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина его проведения.

Целевой инструктаж проводится:

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и т.д.);
- при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
- при проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (походы, спортивные соревнования и т.д.);
- при производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск или разрешение.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы по наряду-допуску, разрешению и пр., фиксируется в наряде-допуске, разрешении и ином документе.

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственно руководитель работ (начальник производства, цеха, участка, мастер, инструктор и т.д.).

Инструктажи на рабочем месте завершаются устным опросом либо проверкой знаний с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы.

Проведение всех видов инструктажей фиксируется в соответствующих журналах установленной формы либо в личном листке обучения и инструктажа рабочего лицом, проводящим инструктаж. Подписи инструктируемого и инструктирующего в журнале обязательны.

Журналы регистрации инструктажей должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью. Журнал регистрации вводного инструктажа заверяется подписью руководителя организации или уполномоченного им

лица. Остальные журналы регистрации инструктажей заверяются подписью руководителя организации или структурного подразделения.

Срок хранения журналов инструктажей установлен в 10 лет, начиная от даты внесения последней записи.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под системой управления охраной труда на предприятии, ее основные функции и задачи?
2. За счет каких средств осуществляется финансирование мероприятий по охране труда на предприятии?
3. Как производится планирование мероприятий по охране труда?
4. Раскройте экономическое значение мероприятий по охране труда.
5. Приведите методы расчетов экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда.
7. Что представляет собой служба охраны труда на предприятии, ее основные функции?
8. Как организуется система обучения работающих в области охраны труда?
9. Какие виды инструктажей по охране труда проводятся на предприятиях?
10. В каких случаях проводится внеплановый инструктаж по охране труда на предприятии?

Глава 3. Условия труда и производственный травматизм

3.1. Человеческий фактор в обеспечении безопасности труда

Деятельность человека с позиции безопасности труда целесообразно рассматривать как систему, состоящую из двух взаимосвязанных подсистем: «человек» и «производственная среда». Опасности, формируемые подсистемой «человек (организм, личность)», определяются антропометрическими, физиологическими, психофизическими и психологическими возможностями человека выполнять производственную деятельность.

Доказано, что с совершенствованием техники и технологии, повышением их надежности и безопасности роль человеческого фактора будет возрастать, поскольку на общем фоне технических поломок и происшествий значимость ошибки человека при принятии решения будет приобретать все больший масштаб.

Согласно имеющимся данным примерно 20-30% отказов в работе технических систем прямо или косвенно связаны с ошибками человека; 10-15% всех отказов непосредственно связаны с ошибками оператора.

Деятельность человека носит самый разнообразный характер. По характеру выполняемых человеком функций его деятельность можно объединить в три основных группы: физический труд, механизированные формы физического труда, умственный труд.

Физическая тяжесть работы определяется энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности и в соответствии с СанПиН 9-80-98 подразделяется на следующие категории: легкие, средней тяжести и тяжелые физические работы.

Энергетические затраты на мышечную работу – это затраты энергии на мышечную работу в процессе труда (сверх уровня покоя и независимо от влияния эмоций, связанных с работой, температуры воздуха и других факторов среды). Они определяются суммой затрат энергии на поддержание рабочей позы и собственно на выполняемую мышцами механическую работу

При оценке тяжести физического труда используются показатели динамической и статической нагрузки. Динамическую нагрузку определяют, как правило, одним из следующих показателей: работой (кгм); мощностью усилия (Вт). Статическую нагрузку определяют в кгс.

При оценке напряженности умственного труда используют такие показатели, как внимание, напряженность зрительной работы и слуха, монотонность труда.

Любая трудовая деятельность протекает во времени с разной интенсивностью и определяется работоспособностью.

Работоспособность человека – это умение поддерживать заданный уровень деятельности в течение определенного времени.

Период устойчивой работоспособности является важнейшим показателем *выносливости* человека при данном виде работы и заданном уровне ее интенсивности

Понижение работоспособности, возникающее в результате выполнения той или иной работы, и комплекс ощущений, связанных с этим, называется *утомлением*.

Наиболее быстро утомление наступает при монотонной работе, при частом повторении однообразных движений, когда нагрузка приходится на ограниченную группу мышц.

Работоспособность человека меняется в течение суток. При этом выделяется три основных суточных периода: с 6 до 15 ч – период постепенного повышения работоспособности, 15-22 ч – период максимальной работоспособности и 22-6 ч – период существенного снижения работоспособности. Работоспособность достигает своего максимума в 18 ч и минимальна в 3 ч.

Наблюдается изменение работоспособности по дням недели. Фаза нарастающей работоспособности характерна для понедельника, высокой работоспособности – для вторника, среды и четверга, развивающегося утомления – для пятницы и особенно субботы.

Наряду с монотонностью труда, отрицательным образом на работоспособность человека влияет гиподинамия. При этом из-за ограничения двигательной активности изменяются многие нервно-мышечные функции организма.

Работа в ночное время приводит к рассогласовыванию внешнего и внутреннего ритмов, что вызывает нервные расстройства, сопровождающиеся в первую очередь нарушением сна, снижением внимания и скорости реакций.

Все эти факторы должны учитываться при оценке работоспособности человека и предупреждения травматизма.

Антропометрические характеристики человека определяются размерами тела человека и его отдельных частей. Учет антропометрических характеристик человеческого организма является обязательным условием безопасности труда, т.к. они позволяют рассчитывать пространственную организацию рабочего места, устанавливать зоны досягаемости и видимости, размеры конструктивных параметров рабочего места и приспособлений (высота, ширина, длина, глубина и т.д.).

Эти вопросы рассматриваются *эргономикой* – наукой, которая занимается комплексным изучением и проектированием трудовой деятельности человека в системе «человек – машина» с целью оптимизации орудий, условий и процессов труда.

Общие эргономические требования к производственному оборудованию регламентируются ГОСТ 12.2.049.

Физиология труда рассматривает функционирование человеческого организма в процессе трудовой деятельности и вырабатывает принципы и нормы, способствующие улучшению и оздоровлению условий труда.

Все виды деятельности человека совершаются при участии определенных групп мышц, которые, сокращаясь, совершают ту или иную работу. Работа

мышц осуществляется под влиянием импульсов, поступающих от головного мозга. Работа мозга основывается на постоянном приеме и анализе информации о характере, свойствах внешней среды и внутренних систем организма, их соответствии. Этот процесс осуществляется при помощи анализаторов – подсистем центральной нервной системы (ЦНС), обеспечивающих прием, передачу и первичный анализ поступающих сигналов.

Функционирование разных анализаторов существенно меняется под влиянием неблагоприятных условий. Низкие и высокие температуры, вибрации, перегрузки, невесомость, слишком интенсивный поток информации или ее недостаток, утомление, вызванное длительной работой или неблагоприятными условиями, состояние стресса – все эти факторы вызывают различные изменения характеристик анализаторов, а, следовательно, и ответных реакций человека.

Любая трудовая деятельность предполагает участие высших психологических функций: внимания, памяти и мышления, ощущения, восприятия, воображения. Работник, не обладающий в достаточной мере такими качествами, обычно допускает ошибки в работе, следствием которых становятся аварии, несчастные случаи, брак в работе и пр.

Психический статус работника имеет большое значение для прогнозирования его поведения в аварийных ситуациях. Поведение человека в аварийных ситуациях в любом случае характеризуется повышенной напряженностью (стрессом), сопровождающейся понижением работоспособности и устойчивости психологических функций.

Анализ поведения человека в аварийной ситуации показывает, что наиболее сильным раздражителем, приводящим к ошибочным действиям, является, прежде всего, неполнота информации. Нужна предварительная и достаточно высокая психологическая готовность, которая позволяла бы компенсировать недостаток информации уверенностью в правильности своих действий, своим профессионализме. Для этого необходимы тренировки, развивающие быстроту мышления, вырабатывающие умение использовать прежний опыт для успешных действий в условиях наличия неполной информации, формирующие способность быстрого переключения с одной поведенческой установки на другую и способность к прогнозированию последствий своих действий.

Большое значение для повышения безопасности производственной деятельности имеет профотбор. *Профотбор* – это специально организуемое исследование, основанное на четких количественных и качественных оценках с помощью ранжированных шкал, позволяющих выявить и измерить присущие человеку свойства с тем, чтобы сопоставить их с нормативами, определяющими пригодность к данной профессии.

По своим психофизиологическим свойствам люди различаются, и эти различия необходимо учитывать. Поэтому профессиональный психологический отбор операторов ставит задачу выявить людей, у которых процесс обучения дает максимальный эффект при минимальном времени обучения, и личностные

качества которых позволяют использовать их на работах с возможными нестандартными ситуациями.

Система «человек – машина» в своем развитии проходит три стадии: проектирование, изготовление и эксплуатацию. Правильный и обоснованный учет человеческого фактора на каждой этой стадии способствует достижению максимальной эффективности и безопасности функционирования этой системы.

3.2. Классификация опасных и вредных производственных факторов

Определение понятий опасных и вредных производственных факторов приведено выше (см. Введение).

Согласно ГОСТ 12.0.003 опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Физические опасные и вредные производственные факторы – это:

- ◆ повышенная задымленность и загазованность воздуха рабочей зоны; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы;

- ◆ повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, поверхностей оборудования, материалов;

- ◆ повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука или инфразвуковых колебаний на рабочем месте;

- ◆ повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;

- ◆ повышенные или пониженные влажность, подвижность или ионизация воздуха;

- ◆ повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;

- ◆ повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- ◆ повышенный уровень статического электричества и электромагнитных излучений;

- ◆ повышенная напряженность электрического или магнитного полей;

- ◆ отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света или пониженная контрастность, повышенная пульсация светового потока;

- ◆ повышенный уровень ультрафиолетовой или инфракрасной радиации;

- ◆ острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхности инструментов, заготовок и оборудования;

- ◆ расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли или пола, невесомость.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- ◆ по характеру воздействия на организм человека – токсические, раздражающие, sensibilizing, канцерогенные, мутагенные, влияющие на ре-

продуктивную функцию;

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

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру воздействия подразделяются:

◆ на физические перегрузки — статические и динамические;

◆ нервно-психические перегрузки – умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

При проведении аттестации рабочих мест по условиям труда психофизиологические факторы раскрываются через такие показатели, как мощность внешней механической работы, разовая величина груза, поднимаемого вручную, рабочая поза и перемещение в пространстве, темп работы, число движений в час, напряженность внимания, анализаторских функций, монотонность, эстетический и физиологический дискомфорт, сменность работы и др.

Следует иметь в виду, что один и тот же опасный или вредный производственный фактор по природе своего действия может одновременно относиться к различным группам факторов. Однако в зависимости от количественной характеристики и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

3.3. Аттестация рабочих мест и компенсация работающим за работу в неблагоприятных условиях труда

3.3.1. Порядок проведения аттестации рабочих мест

Во исполнение Закона Республики Беларусь «О пенсионном обеспечении» все объекты хозяйственной деятельности независимо от формы собственности обязаны проводить не реже одного раза в пять лет аттестацию рабочих мест по условиям труда.

Аттестация проводится в соответствии с Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.02.2008 г. № 253 и Инструкцией по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда и предоставлению компенсаций по ее результатам, утвержденной Постановлением МТ и СЗ 22.02.2008 г. № 35 с изменениями, утвержденными Постановлением МТиСЗ 13.01.2009 г. № 7.

Аттестация рабочих мест по условиям труда – система учета, анализа и комплексной оценки на рабочих местах всех факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работника в процессе трудовой деятельности.

Рабочее место – пространственная зона, оснащенная необходимыми техническими средствами (основным и вспомогательным оборудованием, техно-

логической и организационной оснасткой, средствами обеспечения благоприятных условий труда), в которой совершается трудовая деятельность работающего или группы работающих, совместно выполняющих производственные задания.

Аттестация рабочих мест по условиям труда (далее – аттестация) проводится в целях комплексной оценки условий труда на конкретном рабочем месте для разработки и реализации плана мероприятий по улучшению условий труда, определения права работающих на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск, сокращенную продолжительность рабочего времени, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

Для организации и проведения аттестации наниматель издает приказ, в котором определяются состав аттестационной комиссии, ее полномочия, устанавливаются сроки и график проведения работ.

В состав аттестационной комиссии включаются работники служб охраны труда, кадровой, юридической, организации труда и заработной платы, промышленно-санитарной лаборатории, руководители структурных подразделений, медицинские работники, представители профсоюза.

Аттестационная комиссия при проведении аттестации:

- ♦ осуществляет организационное и методическое руководство, а также контроль за ходом аттестации;

- ♦ формирует необходимую для проведения аттестации нормативную и правовую базу и организует ее изучение;

- ♦ определяет перечень рабочих мест, подлежащих аттестации;

- ♦ устанавливает соответствие наименования профессии рабочих и должностей служащих Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Профессии рабочих и должности служащих» (ОКРБ 006-2009) и характера фактически выполняемых работ характеристикам работ, приведенных в соответствующих выпусках Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД);

- ♦ определяет исполнителей для измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды из числа аккредитованных испытательных лабораторий;

- ♦ проводит обследование рабочих мест и проверяет соответствие производственного оборудования и технологических процессов требованиям охраны труда, а также принимает меры по устранению выявленных недостатков;

- ♦ организует проведение фотографии рабочего времени и оформления соответствующей карты;

- ♦ составляет карту аттестации рабочего места по условиям труда;

- ♦ знакомит работников с результатами аттестации.

Фотография рабочего времени – последовательное фиксирование времени, затрачиваемого работающим в течение рабочего дня (смены) на выполнение определенных технологическим процессом операций и перерывы в работе.

Карта аттестации рабочих мест по условиям труда – документ, содержащий количественные и качественные характеристики факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

На основании результатов аттестации разрабатываются мероприятия по улучшению условий труда и оздоровлению работающих.

В ходе проведения аттестации подлежат оценке все присутствующие на рабочем месте вредные и опасные факторы производственной среды, тяжесть и напряженность трудового процесса.

Измерение уровней вредных и опасных факторов производственной среды проводится в присутствии представителя аттестационной комиссии при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных, эффективно действующих средствах защиты и характерных производственных условиях. Для подтверждения занятости работающих с вредными и (или) опасными условиями труда в течение полного рабочего дня необходимо, чтобы время выполнения работ в этих условиях составляло не менее 80% от продолжительности ежедневной работы (смены). При этом в рабочее время включается подготовительно-заключительное время, оперативное время (основное и вспомогательное) и время обслуживания рабочего места в пределах установленных нормативов, а также время регламентированных перерывов.

3.3.2. Гигиеническая классификация условий труда

В основу аттестации рабочих мест положены гигиенические критерии оценки условий труда, установленные в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах 13-2-2007 «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.12.2007 г. № 176.

В соответствии с этим документом условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые – относятся к безопасным, вредные и опасные.

Оптимальные условия труда (1-й класс) – это такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых опасные и вредные производственные факторы условий труда отсутствуют, либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2-й класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма, возникающие под их воздействием, восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу сле-

дующей смены и не оказывают неблагоприятного действия на состояние здоровья работающих и их потомство в ближайшем и отдаленном периоде.

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, выходящих за пределы гигиенических нормативов и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

По уровню отклонения параметров факторов от гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих они подразделяются на четыре степени вредности:

◆ 1-я степень 3-го класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

◆ 2-я степень 3-го класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости, проявляющейся в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, прежде всего, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов; проявлению начальных признаков или легких, без потери профессиональной трудоспособности, форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

◆ 3-я степень 3-го класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых, как правило, приводит к развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, а также росту хронической (производственно обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

◆ 4-я степень 3-го класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности); отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокий уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные условия труда (4-й класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) может создать угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм. При этом работа должна проводиться в соответствующих средствах индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов, регламентированных для такого вида работ и обеспечивающих безопасность для здоровья работающих. Классы условий труда в зависимости от степени отклонения производственных факторов среды и трудового процесса от гигиенических нормативов устанавливаются в соответствии с таблицами 1-15 СанПиН 13-2-2007.

Оценка факторов производственной среды проводится с учетом времени их воздействия в течение рабочего времени. Если влияние вредного и (или) опасного фактора на работающего составляет менее 50% и до 10% включительно от продолжительности рабочего времени, класс условий труда по данному фактору снижается на одну степень; при продолжительности воздействия фактора на работающего менее 10% от продолжительности рабочего времени производится снижение класса условий труда на две степени.

3.3.3. Компенсация работающим за работу в неблагоприятных условиях труда

По результатам аттестации с учетом оценки условий труда работающим предоставляются следующие виды компенсаций:

- ◆ пенсия по возрасту за работу с особыми условиями труда;
- ◆ дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- ◆ сокращенная продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- ◆ оплата труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- ◆ профессиональное пенсионное страхование работающих.

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу 3-й степени вредности (3.3) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работающих, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены списком производств, работ профессий, должностей и показателей на подземных работах, на работах с особо вредными и особо тяжелыми условиями труда, занятость в которых дает право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда (Список № 1).

Если условия труда на рабочих местах указанных работников соответствуют 3-му классу 2-й степени (3.2), подтверждается их право на пенсию по списку производств, работ, профессий, должностей и показателей на работах с вредными и тяжелыми условиями труда, занятость в которых дает право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда (Список № 2).

При оценке условий труда, соответствующих 3-му классу 2-й степени вредности (3.2) и выше, подтверждаются особые условия труда на рабочих местах работников, профессии, должности, показатели работ которых предусмотрены Списком № 2.

Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда устанавливается в зависимости от класса (степени вредности) или опасности условий труда согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 19.01.2008 г. № 73 «О дополнительных отпусках за работу с вредными и (или) опасными условиями труда и особый характер работы».

При оценке условий труда, соответствующих 3-му и 4-му классам, на рабочих местах работников, профессии, должности которых предусмотрены Спи-

ском производств, цехов, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени, утвержденным Постановлением МТиСЗ от 10.12.2007 г. № 170 «О сокращенной продолжительности рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда», подтверждается право на сокращенную продолжительность рабочего времени.

При оценке условий труда, соответствующих 3-му и 4-му классам, на рабочих местах работающих в зависимости от класса и степени вредности условий труда устанавливаются компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда

Фактор			Класс условий труда					4-й класс – опасные условия труда
			2-й класс – допустимые условия труда	3-й класс - вредные условия труда				
			1-я степень (3.1)	2-я степень (3.2)	3-я степень (3.3)	4-я степень (3.4)		
Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны пылей, аэрозолей (превышающей ПДК, раз)								
Содержание в воздухе рабочей зоны пылей, аэрозолей, мг/м ³			≤ПДК _{мр}	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10,0	-
Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ химической природы (превышающей ПДК, раз)								
Вредные вещества 1-4 класса опасности за исключением перечисленных ниже			≤ПДК _{мр}	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
			≤ПДК _{сс}	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	>15,0	-
Особенности действия на организм	Вещества опасные для развития острого отравления	Остронаправленные, аммиак	≤ПДК _{мр}	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0
		Раздражающего действия	≤ПДК _{мр}	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	>50,0
	Канцерогены		≤ПДК _{сс}	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-10,0	>10,0	
	Аллергены		≤ПДК _{мр}	-	1,1-3,0	3,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
	Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны (эстрогены)						оценивается	
	Наркотические анальгетики				оценивается			
Классы условий труда в зависимости от параметров искусственного освещения								
Освещенность рабочей поверхности			E _н	<E _н	-			
Показатель ослепленности (Р, отн.ед.)			P _н	>P _н	-			
Коэффициент пульсации освещенности (K _п ,%)			K _п	>K _п	-			
Яркость (L, кд/м ²)			L _н	>L _н	-			
Неравномерность распределения яркости (C, отн. ед.)			C _н	>C _н	-			
Классы условий труда в зависимости от уровня шума								
Уровни звука и звукового давления, эквивалентный уровень звука, дБ, дБА			Превышение ПДУ до ... (включительно)					
			<ПДУ	5	15	25	35	>35
Компенсации, предоставляемые работником по результатам аттестации								
Пенсия по возрасту за работу с	Список № 1	-	-	-	-	+	+	+
	Список № 2	-	-	-	+	+	+	+

особыми условиями труда								
Продолжительность дополнительного отпуска за работу с вредными и (или) опасными условиями труда в календарных днях	0	0	4	7	14	21	28	
Норма продолжительности рабочей недели (в часах)	-	-	35	35	35	35	35	35
Доплата в процентах от тарифной ставки первого разряда за 1 час работы	-	-	0,1	0,14	0,20	0,25	0,31	

Доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда к тарифным ставкам и должностным окладам работающих устанавливаются в процентах от тарифной ставки первого разряда, установленной в организации. В том случае, если в организации действует тарифная ставка первого разряда ниже размера, установленного Правительством, доплаты рассчитываются от тарифной ставки первого разряда, установленной Правительством Республики Беларусь.

Работающим, которым установлена повышенная оплата труда за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, доплата за работу в этих условиях по результатам аттестации не устанавливается.

При суммированном учете рабочего времени фактически отработанное время с вредными и (или) опасными условиями труда определяется делением суммы фактически отработанных часов с вредными и (или) опасными условиями труда на 8 часов.

Результаты оценки условий труда вносятся в карту для определения права на компенсации по условиям труда. Карта подписывается председателем и членами аттестационной комиссии.

Перечни рабочих мест, на которых подтверждены особые условия труда по Спискам № 1 и № 2 согласовываются с профсоюзом и утверждаются приказом работодателя. В приказе также указываются рабочие места, на которых по результатам аттестации не подтверждены условия труда, дающие право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск, сокращенную продолжительность рабочего времени, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда с указанием конкретных причин.

Работающие, на рабочих местах которых проводилась аттестация, должны быть ознакомлены с итоговыми документами аттестации (карта, приказ) под роспись.

В трудовые книжки работающих, профессии и должности которых включены в перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых рабо-

тающим подтверждены особые условия труда, предусмотренные Списком № 1 и Списком № 2, вносятся сведения об аттестации в порядке, установленном законодательством.

В итоговые документы по оценке условий труда при аттестации включаются:

- ◆ приказ нанимателя о проведении аттестации и создании аттестационной комиссии;
- ◆ перечень рабочих мест предприятия, подлежащих аттестации с указанием аналогичных рабочих мест и оцениваемых факторов условий труда;
- ◆ копия аттестата аккредитации на право проведения измерений и оценок условий труда привлекаемой для проведения этой работы организации с приложением, характеризующим область ее аккредитации, или выписки из области аккредитации, заверенной в установленном порядке;
- ◆ карты фотографии рабочего времени; карты аттестации каждого рабочего места по условиям труда;
- ◆ протокол аттестационной комиссии о завершении работы по аттестации;
- ◆ протоколы измерений и исследований;
- ◆ приказ нанимателя об утверждении результатов аттестации.

Внеочередная аттестация (переаттестация) проводится в следующих случаях:

- ◆ изменение законодательства, требующего ее проведения;
- ◆ при изменении условий труда, связанных с заменой или модернизацией оборудования, технологических процессов, сырьевых материалов, средств коллективной защиты;
- ◆ по требованию органов государственной экспертизы условий труда;
- ◆ по инициативе работодателя, профсоюза.

Приказы, перечни рабочих мест, другие документы по аттестации, необходимые для подтверждения работниками права на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда хранятся нанимателем в течение срока, установленного для хранения документов о стаже работы.

3.4. Паспортизация санитарно-технического состояния условий и охраны труда

Паспортизация санитарно-технического состояния условий и охраны труда является очень важным мероприятием для получения информации, необходимой в деятельности по охране труда.

Целью паспортизации являются гигиеническая оценка фактического состояния условий и характера труда на рабочих местах, получение и обобщение достоверной информации, необходимой для установления приоритетности внедрения мероприятий по улучшению и оздоровлению труда.

Паспортизацию должны проводить все работодатели независимо от формы собственности ежегодно по состоянию на 01 декабря текущего года. Ответственными за ее проведение является руководитель организации, а в структур-

ных подразделениях – их руководители. Паспортизация условий и охраны труда осуществляется на основании приказа по организации, в котором определяются сроки, объекты, порядок сбора и обработки исходных данных, а также лица, выполняющие эту работу. К проведению паспортизации привлекаются работники отделов и служб главного механика, технолога, энергетика, труда и заработной платы, здравпункта и других подразделений организации. Служба охраны труда оказывает методическую помощь в ее проведении.

Исследование условий труда и инструментальные замеры факторов производственной среды проводятся промышленно-санитарными лабораториями организаций, а также на договорной основе аккредитованными в установленном порядке, лабораториями и испытательными центрами.

Паспортизация осуществляется по Инструкции по проведению паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда, утвержденной постановлением Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь 04.02. 2004 г. № 11.

В качестве основных объектов, подлежащих паспортизации, принимаются рабочие места, структурные подразделения организации.

В паспорт вносятся следующие данные:

- количество рабочих мест, не соответствующих государственным нормативным требованиям охраны труда;
- характеристика состояния санитарно-бытового обеспечения работающих;
- сведения о производственном травматизме, профзаболеваемости, заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

На основе типового паспорта составляются аналогичные документы для структурных подразделений и в целом по предприятию. При разработке паспортов допускается использование материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, лабораторных измерений, проводимых на протяжении года, а также результаты ранее проделанных измерений на рабочих местах, условия труда на которых не претерпели изменений.

Сведения, полученные в ходе паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда, являются необходимыми и для проведения мониторинга условий и охраны труда, и поэтому паспортизацию санитарно-технического состояния условий и охраны труда необходимо рассматривать как один из важных элементов мониторинга.

3.5. Травматизм и профессиональные заболевания

3.5.1. Общие сведения

Неудовлетворительное состояние условий и охраны труда отрицательно сказывается на жизнедеятельности работающих, их здоровье, продолжительности жизни и вызывает дальнейшее ухудшение демографической ситуации в республике. Ежегодно в Беларуси при несчастных случаях на производстве получают травмы около трех тысяч человек, в том числе более двухсот погибают.

Наряду с указанными социальными последствиями общество несет и большие экономические потери. В 2009 г. в результате несчастных случаев на производстве потеряно 101,8 тыс. человеко-дней, произведено страховых выплат на сумму свыше 160 млрд. рублей, затраты на компенсации по условиям труда составили более 200 млрд. руб.

Травматизм и заболеваемость на производстве во многих случаях обусловлены недостаточным обеспечением средствами коллективной и индивидуальной защиты и их низкой эффективностью. Только из-за отсутствия средств индивидуальной защиты на производстве ежегодно погибает около 200 человек, многие работающие травмируются, получают увечья. По этой причине возникает около 30% выявляемых профессиональных заболеваний.

Проблемой, требующей неотложного решения, является также низкий уровень подготовки кадров по вопросам охраны труда. Анализ производственного травматизма показывает, что причинами многих нарушений безопасности и гигиены труда становятся некомпетентные решения руководителей и специалистов, недисциплинированность персонала и незнание им требований безопасности ведения работ.

Производственный травматизм и профессиональные заболевания – это сложные многофакторные явления, обусловленные действием на человека в процессе его трудовой деятельности опасных и вредных факторов. Действие опасных факторов вызывает производственный травматизм, а действие вредных – острые или хронические профессиональные заболевания.

Травма - это нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Острое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, развившееся в результате воздействия вредного производственного фактора (факторов) в процессе трудовой деятельности в течение не более трех рабочих смен (дней).

Хроническое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работающего вредного производственного фактора (факторов), повлекшего временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Несчастный случай по СТБ 18001-2005 – нежелательное событие, приводящее к смерти, заболеванию или травме работника.

Несчастный случай по СТБ 18001-2009 - событие, в результате которого работающий получил увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им трудовых обязанностей как на территории работодателя, так и в ином месте, где работающий находился в связи с работой или совершал действия в интересах работодателя, либо во время следования на транспорте, предоставленном работодателем, к месту работы или с работы и которое повлекло необходимость перевода работающего на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности либо его смерть.

Для страховой деятельности используется еще один термин «*трудовое увечье*» - вред (стойкая утрата профессиональной трудоспособности либо смерть), причиненной жизни или здоровью гражданина в результате несчастного случая на производстве.

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная связь. Обычно наличие вредных факторов способствует проявлению травмоопасных факторов. Например, чрезмерная влажность в производственном помещении и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

3.5.2. Классификация несчастных случаев

По правовым последствиям для потерпевшего несчастные случаи подразделяются на три группы – производственные, связанные с работой вне производства и бытовые.

К *несчастным случаям на производстве*, которые подлежат расследованию, относятся травмы, в том числе ожоги, тепловые удары, обморожения, утопления, отравления, поражения электрическим током, молнией, излучением, телесные повреждения, причиненные другими лицами, а также полученные в результате воздействия животных и насекомых, взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций и иные повреждения здоровья, повлекшие за собой необходимость перевода потерпевшего на другую работу, временную (не менее одного дня) утрату им трудоспособности либо трудовое увечье.

При этом несчастные случаи являются производственными, если они произошли в течение рабочего времени, во время дополнительных специальных перерывов и перерывов для отдыха и питания, до начала и после окончания работ, при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные дни, государственные праздники и праздничные дни, установленные и объявленные Президентом Республики Беларусь нерабочими:

- ◆ на территории организации, нанимателя, страхователя или в ином месте работы, в том числе в служебной командировке при выполнении служебного задания, а также в любом другом месте, где потерпевший находился в связи с работой или совершал действия в интересах работодателя;

- ◆ при следовании к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном организацией, работодателем, страхователем;

- ◆ на личном транспорте, используемом в интересах работодателя, с его согласия или по его распоряжению (поручению);

- ◆ на транспорте общего пользования или ином транспорте, а также при следовании пешком или передвижении между объектами обслуживания либо выполнении поручения работодателя;

- ◆ при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междуменного отдыха (водитель-сменщик, проводник и т.п.);

- ◆ при работе вахтовым (экспедиционным) методом во время междумен-

ного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;

- ◆ при выполнении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;

- ◆ при участии в общественных работах безработных граждан, зарегистрированных в государственной службе занятости;

- ◆ при выполнении работ по гражданско-правовому договору на территории или вне территории страхователя и под его контролем за безопасным ведением работ.

Несчастные случаи, связанные с работой вне производства, это такие несчастные случаи, которые произошли при выполнении государственных обязанностей, заданий органов государственной власти и управления, гражданско-го долга, донорских функций, при охране государственной, коллективной и личной собственности.

Несчастный случай в быту (бытовой) – это несчастный случай, происшедший с человеком в свободное от работы время при выполнении работ в домашней обстановке, на даче и при других аналогичных обстоятельствах.

По количеству потерпевших работников несчастные случаи подразделяются на групповые, происшедшие с двумя и более работающими, независимо от тяжести последствий и одиночные.

По характеру исхода несчастные случаи бывают:

- ◆ со смертельным исходом;
- ◆ с тяжелым исходом;
- ◆ с инвалидным исходом
- ◆ без тяжелых последствий;
- ◆ микротравмы.

По степени тяжести производственные травмы делятся на легкие (уколы, царапины, ссадины и др.) и тяжелые (переломы костей, сотрясение мозга и др.). Тяжесть травм определяется лечебно-профилактическими учреждениями по утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь схеме.

По характеру воздействия внешней среды на человека производственные травмы делятся на:

- механические (ушибы, растяжения, переломы, раны и т.д.);
- тепловые (ожоги, обморожения, тепловые удары и т.д.);
- химические (химические ожоги, острое отравление, удушье и др.);
- электрические (металлизация кожи, электроофтальмия и пр.);
- комбинированные.

3.5.3. Обязательное страхование работающих от несчастных случаев и профессиональных заболеваний

Для усиления социальной защиты граждан, потерпевших в результате травматизма и профессиональной заболеваемости на производстве, возмещения причиненного их жизни или здоровью вреда, стимулирования экономической заинтересованности работодателей к снижению профессионального риска,

предупреждению травматизма, улучшению условий труда с 1 января 2004 г. в республике введено обязательное страхование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Страхователями являются все работодатели независимо от формы собственности, т.е. юридические и физические лица, предоставляющие работу гражданам, постоянно проживающим в Республике Беларусь. В соответствии с Декретом Президента РБ от 30.07.2003 г. № 18 все граждане, выполняющие работу на основании трудового договора (контракта), гражданско-правового договора, на основе членства в организациях любых организационно-правовых форм, другие категории граждан, привлекаемых к выполнению оплачиваемых работ, считаются застрахованными с 01.01.2004 г. в Белгосстрахе (страховщик).

Основными принципами обязательного страхования являются:

- гарантированность застрахованным права на страховое обеспечение;
- экономическая заинтересованность субъектов страхования в обеспечении здоровых и безопасных условий труда, профилактике травматизма;
- дифференциация страховых тарифов в зависимости от класса профессионального риска;
- обязательность регистрации страхователей у страховщика, уплата ему страховых взносов;
- формирование и целевое использование средств обязательного страхования.

Сумма страховых выплат определяется после расследования несчастного случая на производстве и профессиональных заболеваний и оценки степени утраты профессиональной трудоспособности в соответствии с действующим Положением о порядке и условиях проведения обязательного страхования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Страховые выплаты по выбору потерпевшего осуществляются страховщиком единовременно, ежемесячно, либо в виде оплаты дополнительных расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию в связи с повреждением его здоровья.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь №110 от 01.03.2010 г. страховые тарифы страхователей - бюджетных организаций составляют 0,1%, а иных страхователей – 0,6% от величины выплат, производимых работодателем своим работникам. Для стимулирования работодателей по снижению травматизма и профессиональных заболеваний в этом указе приведены Правила установления надбавок к базовым страховым тарифам.

Надбавки и (или) скидки страхователям на очередной календарный год устанавливаются Белгосстрахом в зависимости от *класса профессионального риска*, который в свою очередь зависит от величины интегрального показателя профессионального риска.

Интегральный показатель профессионального риска (Ип) страхователя определяется отношением величины суммарных затрат на возмещение в истекшем календарном году вреда, причиненного застрахованным в результате несчастных случаев на производстве и профзаболеваний при исполнении ими

трудо­вых обя­зан­но­стей (С_{вв}), к общей сумме всех видов выплат в денежном и (или) натуральном выражении, исчисленных в пользу работников отрасли экономики, за исключением выплат, на которые в соответствии с законодательством не начисляются взносы по государственному социальному страхованию (С_{св}).

$$\text{Ип} = (\text{С}_{\text{вв}} : \text{С}_{\text{св}}) \times 100, \%$$

Аналогично рассчитывается и *общереспубликанский интегральный показатель профессионального риска* (Оип).

Надбавка или скидка к страховым тарифам устанавливаются в зависимости от разности между Ип и Оип, т.е. если Ип больше Оип, то применяется надбавка и наоборот.

Значения надбавок или скидок устанавливаются в виде корректирующих коэффициентов (табл. 3.2).

Таблица 3.2.

Коэффициенты надбавок и скидок к базовым значениям страховых тарифов

Соотношение индивидуального и общереспубликанского показателей профессионального риска, от - до	Класс профессионального риска	Коэффициент надбавки и (или) скидки
0 – 10	1	0,50
10 – 20	2	0,55
20 – 30	3	0,60
30 – 40	4	0,65
40 – 50	5	0,70
50 – 60	6	0,75
60 – 70	7	0,80
70 – 80	8	0,85
80 – 90	9	0,90
90 - 100	10	0,95
100	11	1,00
Св 100 до 110	12	1,05
110 – 120	13	1,10
120 – 130	14	1,15
130 – 140	15	1,20
140 – 150	16	1,25
150 – 160	17	1,30
160 – 170	18	1,35
170 - 180	19	1,40
180 - 190	20	1,45
190 и выше	21	1,50

При использовании такой системы надбавок и скидок минимальный и максимальный размеры страховых взносов составят - для бюджетных организаций 0,05 и 0,15, а для иных работодателей 0,3 и 0,9% соответственно.

Страховые взносы уплачиваются страхователями не позднее 25-го числа, месяца, следующего за кварталом, в котором начислены выплаты в пользу застрахованных лиц.

3.5.4. Расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний на предприятии

3.5.4.1. Обязанности работодателя при несчастном случае

В зависимости от квалификации несчастного случая, а по несчастным случаям на производстве – и от количества потерпевших и тяжести наступивших последствий, установлен различный порядок их расследования, форма составляемого документа по результатам расследования, размеры обеспечения пособиями по государственному социальному страхованию, а также пенсионному обеспечению потерпевших.

В настоящее время достаточно хорошо отработан порядок расследования несчастных случаев на производстве, установлена государственная отчетность и статистика таких несчастных случаев.

По бытовым несчастным случаям государственная отчетность не предусмотрена.

Организация расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработка и реализация мероприятий по их профилактике возлагается на работодателя и осуществляется в соответствии с Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10.01.2004 г. № 30. Расследование несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками проводится в соответствии с Инструкцией о расследовании и учете несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 07.08.2003 г. № 58.

При несчастном случае на производстве работающие принимают меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказанию ему первой помощи, вызову на место происшествия медицинских работников или доставке потерпевшего в учреждение здравоохранения.

О каждом несчастном случае на производстве потерпевший (при возможности), другие работники немедленно сообщают должностному лицу работодателя, страхователя.

Должностное лицо обязано:

при необходимости немедленно организовать оказание первой помощи потерпевшему, вызов медицинских работников на место происшествия или доставку потерпевшего в учреждение здравоохранения (если это не было сделано);

принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

обеспечить до начала расследования несчастного случая сохранение обстановки на месте его происшествия, а если это невозможно - зафиксировать обстановку путем составления схемы, протокола, фотографирования или иным методом;

сообщить работодателю, страхователю о произошедшем несчастном случае.

Учреждения здравоохранения информируют в течение одного дня работодателей, страхователей, страховщика и ежемесячно письменно соответствующие структурные подразделения департамента государственной инспекции труда о лицах, которым была оказана медицинская помощь в связи с травмами на производстве.

Работодатель, страхователь, получив сообщение о несчастном случае на производстве:

- принимает меры по устранению причин несчастного случая;
- в течение одного дня сообщает о несчастном случае страховщику, работодателю потерпевшего (при несчастном случае с работником другого работодателя) и направляет в учреждение здравоохранения запрос о тяжести травмы потерпевшего;
- информирует о несчастном случае на производстве родственников потерпевшего и профсоюз (иной представительный орган работников);
- обеспечивает расследование несчастного случая на производстве в соответствии с Правилами.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом, несчастном случае, явно относящемся в соответствии со схемой определения тяжести производственных травм к категории несчастных случаев с тяжелым исходом, организация, работодатель, страхователь немедленно сообщает:

- в территориальную прокуратуру по месту, где произошел несчастный случай;
- в территориальное структурное подразделение департамента государственной инспекции труда;
- в профсоюз (иной представительный орган работников), а при их отсутствии – в областное (Минское городское) объединение профсоюзов Федерации профсоюзов Беларуси;
- в вышестоящую организацию, а при ее отсутствии – в местный исполнительный и распорядительный орган, где зарегистрирован работодатель, страхователь, работодателю потерпевшего (при несчастном случае с работником другой организации);
- в территориальный орган государственного специализированного надзора и контроля, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте;
- страховщику.

О других несчастных случаях с тяжелым исходом организация, работодатель, страхователь информирует указанные органы и организации после получения заключения учреждения здравоохранения о тяжести травмы потерпевшего.

О смерти потерпевшего, явившейся следствием несчастного случая на производстве и наступившей в период временной нетрудоспособности, организация, работодатель, страхователь в течение одного дня сообщает указанным выше организациям.

Сообщение о несчастном случае на производстве передается по телефону, телеграфу, телефаксу, другим средствам связи по форме сообщения о несчастном случае на производстве.

3.5.4.2. Расследование несчастных случаев

Расследование несчастного случая на производстве (кроме группового, со смертельным или тяжелым исходом) проводится уполномоченным должностным лицом организации, работодателя, страхователя с участием уполномоченного представителя профсоюза (иного представительного органа работников), специалиста по охране труда или другого специалиста, на которого возложены эти обязанности (заместителя руководителя организации, ответственного за организацию охраны труда), а также страховщика и потерпевшего или лица, представляющего его интересы (по их требованию).

При необходимости для участия в расследовании могут привлекаться соответствующие специалисты иных организаций.

Участие в расследовании несчастного случая на производстве руководителя, на которого непосредственно возложены организация работы по охране труда и обеспечение безопасности труда потерпевшего, не допускается.

Расследование несчастного случая на производстве должно быть проведено в срок не более трех рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, получения заключений правоохранительных органов, учреждений здравоохранения и других органов и организаций.

Несчастный случай, о котором работодателю, страхователю не поступило сообщение в течение рабочего дня (смены) или вследствие которого потеря трудоспособности наступила не сразу, расследуется в течение одного месяца со дня, когда работодателю, страхователю стало известно о несчастном случае (поступление заявления от работника или его родственников о несчастном случае, листка нетрудоспособности с записью о производственной травме, иной информации).

Травма, не вызвавшая у потерпевшего потери трудоспособности или необходимости перевода в соответствии с медицинским заключением на другую (более легкую) работу, называется *микротравмой* и учитывается работодателем, страхователем в журнале регистрации микротравм.

При наступлении у потерпевшего потери трудоспособности вследствие зарегистрированной в названном журнале травмы проводится расследование в порядке, установленном Правилами.

При расследовании несчастного случая на производстве:

- проводится обследование состояния условий и охраны труда на месте происшествия несчастного случая;

- при необходимости организуется фотографирование места происшествия несчастного случая, поврежденного объекта, составление схем, эскизов, проведение технических расчетов, лабораторных исследований, испытаний, экспертиз и других мероприятий;

- берутся объяснения, опрашиваются потерпевшие (при возможности), свидетели, должностные и иные лица;

- изучаются необходимые документы;

- устанавливаются обстоятельства, причины несчастного случая, лица, допустившие нарушения актов законодательства о труде и об охране труда, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, разрабатываются мероприятия по устранению причин несчастного случая и предупреждению подобных происшествий.

После завершения расследования уполномоченное должностное лицо организации, работодателя, страхователя с участием лиц, участвовавших в расследовании, составляет Акт о несчастном случае на производстве формы Н-1.

Если повреждение здоровья произошло вследствие установленного судом умысла потерпевшего (совершение противоправных деяний, в том числе хищение и угон транспортных) или умышленного причинения вреда своему здоровью (попытка самоубийства, членовредительство и тому подобные деяния), а также, когда единственной причиной повреждения здоровья потерпевшего явилось его нахождение в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном потреблением наркотических средств, психотропных, токсических или других одурманивающих веществ здоровья (подтвержденным документом учреждения здравоохранения), то такой несчастный случай оформляется Актом о непроизводственном несчастном случае (форма НП). Несчастный случай оформляется по форме НП и в том случае, когда он обусловлен исключительно состоянием здоровья потерпевшего, подтвержденным документом, выданным организацией здравоохранения.

Акты по форме Н-1 или формы НП составляются в четырех экземплярах, предназначенных для:

- потерпевшего или лица, представляющего его интересы;

- государственного инспектора труда;

- специалиста по охране труда или специалиста, на которого возложены его обязанности (заместителя руководителя, ответственного за организацию охраны труда), с материалами расследования;

- страховщика, которому направляется один экземпляр Акта формы Н-1 с материалами расследования.

Одновременно копии Акта формы Н-1 или акта формы НП направляются руководителю подразделения, где работает (работал) потерпевший, в профсоюз (иной представительный орган работников), уполномоченный орган надзора, если случай произошел на поднадзорном ему объекте, местный исполнитель-

ный и распорядительный орган, в вышестоящую организацию (по ее требованию).

Работодатель, страхователь в течение двух рабочих дней по окончании расследования:

- рассматривает материалы расследования, утверждает акт формы Н-1 или акт формы НП и регистрирует его соответственно в журнале регистрации несчастных случаев на производстве или журнале регистрации производственных несчастных случаев;

- направляет по одному экземпляру акта формы Н-1 или акта формы НП лицам и организациям, указанным выше.

В случае несогласия с содержанием акта работодатель принимает решение о проведении дополнительного расследования.

В случае ликвидации, в том числе в связи с экономической несостоятельностью (банкротством) работодателя, страхователя расследование несчастного случая проводится и оформляется по заявлению потерпевшего или лица, представляющего его интересы, государственным инспектором труда с участием представителей страховщика и потерпевшего или лица, представляющего его интересы (по их требованию). Работодатель, страхователь обеспечивает хранение актов формы Н-1 в течение 45 лет.

3.5.4.3. Специальное расследование несчастных случаев

Несчастные случаи на производстве с тяжелым, смертельным исходом, групповые несчастные случаи подлежат специальному расследованию.

Специальное расследование несчастных случаев на производстве проводит государственный инспектор труда с участием уполномоченного должностного лица работодателя, представителя профсоюза (иного представительного органа работников), вышестоящей организации (местного исполнительного и распорядительного органа).

Если такие несчастные случаи произошли на предприятиях (объектах), подконтрольных уполномоченным органам надзора, то их расследование проводится представителем этого органа совместно с государственным инспектором труда с участием указанных лиц.

Работодатель, страхователь:

- создает лицам, занятым расследованием несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, необходимые условия для работы, предоставляет помещение, средства связи, транспорт, средства индивидуальной защиты;

- оплачивает расходы, связанные с проведением расследования несчастного случая на производстве, профессионального заболевания;

- организует в соответствии с Правилами оформление и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработку и реализацию мероприятий по их профилактике.

Специальное расследование группового несчастного случая, при котором погибли два - четыре человека, проводится главным государственным инспектором труда области или города Минска (на объекте, поднадзорном уполномо-

ченному органу надзора, – соответствующим руководителем указанного органа и главным государственным инспектором труда области или города Минска) с участием страховщика, потерпевшего или лица, представляющего его интересы (по их требованию).

Специальное расследование несчастного случая, при котором погибли пять и более человек (если по нему не было решения Правительства Республики Беларусь), проводится главным государственным инспектором труда Республики Беларусь (на объекте, поднадзорном уполномоченному органу надзора, – руководителем указанного органа и главным государственным инспектором труда Республики Беларусь) с участием руководителей соответствующих республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, вышестоящей организации, местных исполнительных и распорядительных органов, а также страховщика, потерпевшего или лица, представляющего его интересы (по их требованию).

Специальное расследование несчастного случая (далее – специальное расследование) проводится (включая оформление и рассылку документов) в течение 15 рабочих дней со дня получения сообщения о несчастном случае на производстве. Указанный срок может быть однократно продлен не более чем на 15 рабочих дней.

Главный государственный инспектор труда Республики Беларусь может устанавливать более длительные сроки специального расследования.

В случае, когда специальное расследование проводит представитель уполномоченного органа надзора совместно с государственным инспектором труда, продление сроков расследования осуществляется руководителем соответствующего органа надзора.

Документы специального расследования включают:

- заключение государственного инспектора труда (представителя уполномоченного органа надзора и государственного инспектора труда) о несчастном случае;
- акт формы Н-1 или акт формы НП на каждого потерпевшего;
- протокол осмотра места происшествия несчастного случая;
- планы, схемы, эскизы, фотоснимки места происшествия и т. п.;
- протоколы опросов, объяснения потерпевшего (потерпевших), свидетелей, работников, должностных и иных лиц;
- копии документов (выписки из них) о прохождении потерпевшим обучения, инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда, медицинских осмотров, о получении средств индивидуальной защиты и т.п.;
- медицинские заключения о характере и тяжести травмы, причинах смерти потерпевшего, а также о нахождении потерпевшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения;
- заключение (протокол, постановление) правоохранительных органов о противоправных деяниях потерпевшего (другого лица), умышленном причинении потерпевшим вреда своему здоровью;

- протокол об определении степени вины потерпевшего от несчастного случая, профессионального заболевания;
- заключения экспертиз, результаты лабораторных исследований, экспериментов, анализов;
- копии нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов (извлечения, выписки из них);
- копии предписаний государственного инспектора труда, представителя уполномоченного органа надзора, представлений представителей профсоюзов;
- копии материалов о привлечении работодателя, страхователя, должностных лиц организации к административной ответственности;
- особые мнения лиц, участвовавших в расследовании (при их наличии);
- другие материалы.

Если грубая неосторожность потерпевшего содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то при расследовании несчастного случая на производстве или профессионального заболевания она определяется и указывается в акте о несчастном случае на производстве или в акте о профессиональном заболевании.

3.5.4.4. Расследование профзаболеваний

О каждом выявленном или предполагаемом случае острого профессионального заболевания организация здравоохранения должна в течение 12 часов направить извещение работодателю, страхователю по месту работы заболевшего, а также в территориальный центр гигиены и эпидемиологии (ЦГЭ). Кроме того, она устанавливает заключительный диагноз хронического профессионального заболевания, составляет медицинское заключение и направляет его в течение пяти рабочих дней тем же адресатам.

Расследование профессионального заболевания проводится врачом-гигиенистом территориального ЦГЭ с участием уполномоченного должностного лица работодателя, страхователя, представителей организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя, профсоюза (иного представительного органа работников), а также страховщика, потерпевшего или лица, представляющего его интересы (по их требованию).

В расследовании профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом принимает участие государственный инспектор труда.

Для расследования профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом могут привлекаться специалисты вышестоящих ЦГЭ, научно-исследовательских институтов.

Расследование случаев профессиональных заболеваний, вызванных особо опасными и другими инфекциями, проводится с участием врача-эпидемиолога.

Расследование острого профессионального заболевания проводится в течение трех рабочих дней, а хронического профессионального заболевания – четырнадцати рабочих дней после получения извещения.

В процессе расследования профессионального заболевания:

- проводится обследование рабочего места, участка, цеха, определяется их соответствие требованиям санитарно-гигиенических нормативов с проведением необходимых лабораторных и инструментальных исследований;

- берутся объяснения, опрашиваются заболевший (заболевшие), свидетели, должностные и иные лица;

- устанавливается обеспеченность заболевшего (заболевших) средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями и устройствами;

- изучаются документы о результатах санитарно-гигиенических обследований, предварительных и периодических медицинских осмотров, выполнении запланированных мероприятий по охране труда;

- устанавливаются причины профессионального заболевания, лица, допустившие нарушения актов законодательства о труде и об охране труда, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, разрабатываются технические, организационные, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, медико-реабилитационные и иные мероприятия по устранению причин и последствий профессионального заболевания.

По результатам расследования врач-гигиенист составляет акт о профессиональном заболевании формы ПЗ-1 на каждого заболевшего в шести экземплярах. При одновременном профессиональном заболевании двух и более человек, профессиональном заболевании со смертельным исходом акт формы ПЗ-1 составляется в семи экземплярах.

Акты формы ПЗ-1 утверждаются главным государственным санитарным врачом города (района).

Утвержденные акты формы ПЗ-1 регистрируются территориальным ЦГЭ в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляются вместе с документами расследования заболевшему или лицу, представляющему его интересы, учреждение здравоохранения, обслуживающего работодателя, страхователю, а также государственному инспектору труда, работодателю, страхователю, страховщику.

Утвержденные акты формы ПЗ-1 с документами расследования профессиональных заболеваний со смертельным исходом и с одновременным острым профессиональным заболеванием двух и более человек направляются территориальным ЦГЭ также в территориальную прокуратуру по месту нахождения организации, работодателя, страхователя. Один экземпляр указанного акта хранится в территориальном ЦГЭ.

Работодатель, страхователь регистрирует акты формы ПЗ-1 в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляет их копии в профсоюз (иной уполномоченный орган работников), в областное (Минское городское) объединение профсоюзов Федерации профсоюзов Беларуси, местный исполнительный и распорядительный орган, вышестоящую организацию (по ее требованию).

Работодатель, страхователь обеспечивает хранение актов формы ПЗ-1 в течение 45 лет.

Расследование хронических профессиональных заболеваний у лиц, изменивших место работы, проводится по месту возникновения профессионального заболевания.

Территориальный ЦГЭ, учреждение здравоохранения по месту выявления профессионального заболевания для уточнения его диагноза запрашивают у соответствующих организаций здравоохранения по месту прежней работы заболевшего:

- санитарно-гигиенические характеристики условий труда;
- выписки из форм первичной медицинской документации.

Расследование профессионального заболевания, выявленного у лица, которое не работает или изменило место работы в пределах Республики Беларусь, проводится у работодателя, страхователя, условия труда у которого могли способствовать возникновению профессионального заболевания.

Работодатель, страхователь в пятидневный срок после получения документов специального расследования группового несчастного случая, несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом, профессионального заболевания издает приказ (распоряжение) о мероприятиях по устранению причин несчастного случая, профессионального заболевания, привлечении к дисциплинарной ответственности лиц, допустивших нарушения требований актов законодательства о труде и об охране труда, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов. Копию приказа (распоряжения) работодатель, страхователь направляет организациям, представители которых проводили специальное расследование, и профсоюзу (иному представительному органу работников).

О выполнении мероприятий по устранению причин несчастного случая, профессионального заболевания работодатель, страхователь в установленные сроки информирует организации, представители которых проводили специальное расследование, и профсоюз (иной представительный орган работников).

Разногласия по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве рассматриваются по их обращению государственным инспектором труда (совместно с уполномоченным органом надзора, если несчастный случай произошел на объекте, поднадзорном этому органу).

3.5.5. Анализ и учет производственного травматизма и профзаболеваний

Анализ травматизма и заболеваемости на производстве проводится по актам расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний, листкам временной нетрудоспособности.

Наиболее распространенный на практике анализ травматизма и заболеваемости – это изучение причин возникновения опасных и вредных производственных факторов.

Причины травматизма и профессиональных заболеваний подразделяют на организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические.

Организационные причины травматизма и профзаболеваний целиком зависят от уровня организации труда на предприятии – отсутствие или неудовлетворительное проведение обучения и инструктажа, отсутствие проекта производства работ, несоблюдение режима труда и отдыха, неправильная организация рабочего места, отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы средств индивидуальной защиты, неудовлетворительный надзор за производством работ и т.д.

Технические причины травматизма и профзаболеваний можно характеризовать как причины, не зависящие от уровня организации труда на предприятии, – конструктивные недостатки оборудования, инструментов и приспособлений, несовершенство технологических процессов, средств сигнализации и блокировок и т.д.

Санитарно-гигиенические причины вызваны: неблагоприятными метеорологическими условиями труда, повышенными уровнями шума, вибрации, концентрациями вредных веществ в воздухе рабочей зоны, наличием вредных излучений, нерациональным освещением и т.д.

Психофизиологические причины обусловлены физическими и нервно-психическими перегрузками, нервно-эмоциональным перенапряжением, несоответствием условий труда анатомо-физиологическим особенностям работающего, неудовлетворительным психологическим климатом в коллективе и др.

Для профилактики травматизма используют две основных группы методов анализа несчастных случаев – ретроспективные и прогностические.

Ретроспективные методы основаны на анализе происшедших несчастных случаев. К ним относятся статистический и монографический методы.

Статистический метод анализа несчастных случаев представляет собой совокупность приемов, основанных на целенаправленном сборе, накоплении и обработке информации о несчастных случаях с последующим расчетом статистических показателей. При этом изучаются обстоятельства несчастных случаев по актам формы Н-1, данные других отчетов предприятий за определенный период времени. Метод позволяет выявить динамику травматизма и его тяжесть по отдельным участкам производства.

Разновидностями статистического метода являются групповой и топографический методы.

При *групповом методе* травмы подбираются по отдельным однородным признакам: времени травмирования; возрасту, квалификации и специальности пострадавших; видам работ; причинам несчастных случаев и т.д. Это позволяет выявить недостатки оборудования, организации работ или условий труда.

При *топографическом методе* все несчастные случаи систематически наносятся условными знаками на план расположения оборудования в цехе, на участке. Скопление таких знаков на каком-либо оборудовании или рабочем месте характеризует его повышенную травмоопасность и способствует принятию соответствующих профилактических мер.

Однако статистический (с его разновидностями) метод анализа травматизма не изучает производственные условия, при которых происходят несчаст-

ные случаи, и поэтому не отвечает на многие вопросы, необходимые для разработки действенных мер по профилактике травматизма. Важным дополнением статистического метода является монографический (клинический) метод анализа травматизма.

Монографический (клинический) метод заключается в углубленном анализе объекта обследования в совокупности со всей производственной обстановкой. Изучению подвергаются технологические и трудовые процессы, оборудование, применяемые приспособления и инструменты, средства коллективной и индивидуальной защиты. Особое внимание уделяется оценке режимов труда и отдыха работающих, ритмичности работы предприятия (цеха). При этом выявляются скрытые опасные факторы, способные привести к несчастному случаю. Данный метод можно использовать и для разработки мероприятий по охране труда для вновь проектируемых предприятий.

В настоящее время применяются и другие методы анализа производственного травматизма – экономический, эргономический, психологический и др.

Прогностические методы основаны на изучении опасностей и используются при проектировании новых технологических процессов, оборудования. При этом изучаются опасности на основе логико-вероятностного анализа, моделирования, мнений экспертов, специальных расчетов, исследований.

Знание абсолютных численных показателей травматизма на производстве не дает полного представления об уровне и динамике его по сравнению с другими предприятиями, так как количество работающих на разных предприятиях неодинаково. Поэтому на практике для сравнительного анализа травматизма на предприятиях пользуются относительными количественными показателями: коэффициентами частоты, тяжести, нетрудоспособности, смертности и экономическим показателем травматизма.

Коэффициент частоты $K_{\text{ч}}$ выражает количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих. Обычно $K_{\text{ч}}$ определяется за год.

$$K_{\text{ч}} = T \cdot 1000 / P,$$

где T – количество учтенных несчастных случаев, приведших к потере трудоспособности;

P – среднесписочная численность работающих за этот же период времени.

Коэффициент тяжести $K_{\text{т}}$ определяют по формуле

$$K_{\text{т}} = D / T,$$

где D – число дней нетрудоспособности, вызванных несчастными случаями, по которым закончилась временная нетрудоспособность (закрываются листки нетрудоспособности).

Коэффициент тяжести выражает число дней нетрудоспособности, приходящихся на одну травму.

В приведенной формуле коэффициент тяжести не отражает фактической тяжести несчастных случаев, так как при расчете не берутся случаи, нетрудоспособность которых не закончилась в отчетный период, и этот показатель

также не учитывает потерь, связанных с полным выбытием погибших из трудового процесса. Поэтому при анализе травматизма подсчитывается *коэффициент нетрудоспособности* $K_{нт}$, который показывает, сколько дней нетрудоспособности по травматизму приходится на 1000 работающих.

$$K_{нт} = K_T K_ч = Д \cdot 1000 / P.$$

Экономический показатель травматизма K_3 показывает материальный ущерб, принесенный предприятию одним несчастным случаем, и рассчитывается по формуле

$$K_3 = M / T,$$

где M – величина суммарного материального ущерба предприятию вследствие травматизма, руб.

Материальные последствия M по каждой из основных причин производственного травматизма вычисляются по формуле

$$M = M_T Y_T,$$

где M_T – общая сумма материального ущерба от производственного травматизма;

Y_T – доля числа дней нетрудоспособности по каждой причине производственного травматизма от общего их количества.

Y_T определяется по формуле

$$Y_T = D_T / D_{тп},$$

где D_T – число дней нетрудоспособности по каждой основной причине производственного травматизма (основная причина производственного травматизма определяется по данным пункта акта формы Н-1);

$D_{тп}$ – то же в целом по предприятию или производственному объединению (определяется по данным формы статистической отчетности).

В качестве примера можно привести средние значения этих показателей по концерну «Белнефтехим» за 2008 г., которые составляют $K_ч = 0,58$ и $K_T = 46,4$ соответственно.

Годовой статистический отчет о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется по Форме 1-т (травматизм). Этот отчет представляют все юридические лица, а также их обособленные подразделения. Отчет не представляется субъектами малого предпринимательства – юридическими лицами со среднесписочной численностью работающих за год:

- всех форм собственности – до 15 человек включительно;

- негосударственных форм собственности – 16 – 100 человек в зависимости от вида экономической деятельности (в промышленности и на транспорте – до 100 человек включительно, а в сельском хозяйстве и научно-технической сфере – до 60 человек включительно).

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются опасные и вредные производственные факторы?

2. Что представляют собой понятия травмы, несчастного случая, острого и хронического заболеваний? Какие бывают виды несчастных случаев?
3. Как проводится обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний?
4. В чем заключается порядок расследования и учета несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве?
5. Как проводится специальное расследование несчастных случаев?
6. Каковы задачи и порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда на производстве?
7. Какие льготы, компенсации и доплаты полагаются работающим за работу в неблагоприятных условиях труда?
8. Какие существуют методы изучения производственного травматизма и профессиональных заболеваний?
9. Какими показателями оценивается травматизм на предприятиях?

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ И ГИГИЕНЫ ТРУДА

Производственная санитария – это система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов до значений, не превышающих допустимые (ГОСТ 12.0.002).

Гигиена труда – комплекс мер и средств по сохранению здоровья работающих, профилактике неблагоприятных воздействий производственной среды и трудового процесса.

Глава 4. Производственный микроклимат и основные методы его оптимизации

4.1. Метеорологические условия производственной среды и их влияние на работающих

Производственная среда – это пространство, где осуществляется трудовая деятельность человека, которая может производиться как правило в производственных помещениях, так и вне их.

Производственные помещения – это замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей (ГОСТ 12.1.005).

Метеорологические условия производственной среды – температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (подвижность) определяют интенсивность теплообмена между организмом человека и окружающей средой и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность, производительность труда, здоровье.

Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических факторов резко ухудшает состояние здоровья организма и может приводить к заболеваниям.

Воздействие высокой температуры на человека способствует быстрой утомляемости работающего, может приводить в определенных условиях к перегреву организма, сопровождающемуся повышением температуры тела, обильным потоотделением, жаждой, учащением дыхания и пульса. При более значительном перегреве тела человека дополнительно возникает головокружение, затрудняется речь и пр. Описанная форма перегрева организма с преобладанием резкого повышения температуры тела человека называется *тепловой гипертермией*.

Другая форма воздействия высокой температуры на человека характеризуется преобладанием нарушения водно-солевого обмена и известна под названием *судорожной болезни*. Она протекает в форме судорог различных мышц,

особенно икроножных, сопровождается большим выделением пота с потерей нужных организму солей. Обезвоживание организма вызывает сгущение крови, ухудшается питание тканей и органов. Потеря солей лишает кровь способности удерживать воду, что приводит к быстрому выведению из организма вновь выпитой жидкости.

В дальнейшем может наступить *тепловой удар*, протекающий с потерей сознания, повышением температуры тела до 40-41°C, слабым и учащенным пульсом. При тепловом или солнечном ударе происходит прилив крови к мозгу, в результате чего пострадавший чувствует внезапную слабость, головную боль, возникает рвота, дыхание становится поверхностным. Характерным признаком тяжелого поражения является почти полное прекращение потоотделения. Тепловой удар и судорожная болезнь могут привести к смертельному исходу.

Неблагоприятное воздействие на организм человека оказывает не только высокая, но и низкая температура воздуха. Она может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания или обморожения. Длительное охлаждение часто приводит к расстройству деятельности капилляров и мелких артерий (ознобление пальцев рук, ног и кончиков ушей). При этом происходит и переохлаждение всего организма. Повреждение тканей в результате воздействия низкой температуры называется *отморожением*. Отморожению способствуют: длительное воздействие холода, ветра, повышенной влажности; использование тесной или мокрой обуви, неподвижное положение, болезненное состояние пострадавшего (истощение, алкогольное опьянение, кровопотери и т. д.). Отморожению более всего подвержены пальцы, кисти рук, стопы ног, уши, нос.

Высокая относительная влажность, измеряемая отношением содержания водяных паров в 1 м³ воздуха к их максимально возможному содержанию в этом же объеме, оказывает значительное влияние на человека: при повышенной температуре воздуха способствует перегреванию организма, а при низкой температуре она усиливает теплоотдачу поверхности кожи и ведет тем самым к переохлаждению организма. С другой стороны, низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей человека, что негативно отражается на дыхательной функции.

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека, положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно – при низких.

Следовательно, в одних случаях сочетание метеорологических факторов создает благоприятные условия для нормального протекания жизненных функций организма, а в других может привести к нарушению терморегуляции организма.

Терморегуляция – это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание температуры тела в пределах 36-37 °С. Различают химическую и физическую терморегуляцию. *Химическая терморегуляция* достигается снижением уровня обмена веществ

при угрозе перегрева организма или его усилением при охлаждении. *Физическая терморегуляция* обеспечивает отдачу теплоты в окружающую среду.

Температурный режим производственных помещений определяется количеством тепловыделений в цехе или в изолированной его части от тепловыделяющего оборудования, нагретых и раскаленных изделий, отопительных приборов, а также от солнечной радиации, проникающей в цех через открытые и остекленные проемы. Часть поступающей в помещение теплоты отдается наружу, а остальное, так называемая «явная» теплота, нагревает воздух рабочих помещений.

4.2. Инфракрасное излучение и его воздействие на работающих

Как правило, на практике тепловое излучение является интегральным, поскольку нагретые тела одновременно излучают волны различной длины. При температуре выше 500 °С спектр излучения содержит как видимые (световые), так и невидимые (инфракрасные) лучи. При более низких температурах этот спектр состоит только из инфракрасных лучей. При температуре 2500-3000 °С и выше тела начинают излучать ультрафиолетовые лучи.

Видимая часть спектра охватывает волны длиной от 3 до 0,76 мкм, инфракрасная – от 0,77 до 420 мкм. Санитарно-гигиеническое значение имеет, в основном, невидимая часть спектра, т.е. инфракрасное излучение.

Инфракрасное излучение – это тепловое излучение, представляющее собой электромагнитные колебания, обладающие как волновыми, так и световыми свойствами. Инфракрасные лучи в зависимости от длины волны делятся на следующие области – коротковолновую ИКИ-А (менее 1,4 мкм), средневолновую ИКИ-В (1,4 – 3 мкм), длинноволновую ИКИ-С (более 3 мкм). В производственных условиях наибольшее гигиеническое значение имеет диапазон инфракрасного излучения с длинами волн от 0,77 до 70 мкм.

Характер воздействия излучения зависит от многих факторов: длины волны, интенсивности, длительности облучения, размеров излучающей поверхности и облучаемых участков тела человека и т.д. Воздействие инфракрасного излучения на организм человека может быть местным и общим.

При местном воздействии инфракрасного излучения особенно в области длинных волн температура кожи человека повышается, ощущаются жжение и боль.

Максимальной проникающей способностью обладают красные лучи видимого спектра и короткие инфракрасные лучи (ИКИ-А) с длиной волны до 1,5 мкм, глубоко проникающие в ткани и мало поглощаемые поверхностью кожи. За счет большой глубины проникновения коротковолновая часть спектра вызывает повышение температуры глуболежащих тканей тела. Например, длительное облучение глаз человека может привести к помутнению хрусталика и развитию профессионального заболевания – *производственной катаракты*. Наибольший нагрев поверхности кожи вызывают лучи с длиной волны около 3 мкм.

Срневолновая (ИКИ-В) и длинноволновая часть (ИКИ-С) спектра излучения в основном поглощается поверхностным двухмиллиметровым слоем кожи (эпидермисом). Наиболее сильно поглощаются лучи с длиной волны 6-10 мкм, часто вызывая «калящий эффект», сопровождающийся сужением кровеносных сосудов.

Зная температуру источника излучения, можно рассчитать длину волны по следующей формуле и оценить биологические особенности ее влияния на организм человека.

$$\lambda_{\max} = 2880/T,$$

где λ_{\max} - длина волны максимального излучения источника, мкм; 2880 - постоянная Вина, град x мкм; T - абсолютная его температура, К.

Организм человека с увеличением времени облучения способен приспособиваться, т.е. происходит адаптация, которая может сохраняться довольно длительное время.

Передача теплоты от более нагретых тел к менее нагретым осуществляется тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением (лучеиспусканием).

Исследования показывают, что не менее 60 % всей теряемой теплоты распространяется в окружающей среде путем излучения. Лучистая же энергия, проходя почти без потерь пространство, отделяющее одно тело от другого, снова превращается в тепловую энергию поверхностных слоев облучаемого тела. Следует отметить, что тепловое излучение не оказывает непосредственного воздействия на сухой окружающий воздух, свободно пронизывая его. Оно нагревает только те тела, на которые падает, и поглощается ими.

Лучистая энергия, попадая на человека, воздействует прежде всего на незащищенные части тела (лицо, руки, шею, грудь). Причем если конвективная теплота влияет главным образом на внешние кожные покровы, то лучистая – может проникать на некоторую глубину в ткани.

Продолжительное воздействие лучистой энергии на открытые участки кожи человека может приводить к ожогам.

По тяжести поражения ожоги условно делятся на 4 степени: первая степень характеризуется краснотой, припухлостью кожи, болезненностью; вторая степень – появлением пузырьков, заполненных жидкостью; третья степень – глубоким повреждением, вызывающим омертвление участков тканей; четвертая степень – поражением всей толщи кожи, а также глуболежащих тканей и органов.

При систематических перегревах организма человека отмечается повышенная восприимчивость его к простудным заболеваниям. Таким образом, тепловое излучение воздействует на организм человека, нарушая его нормальную деятельность, вызывая серьезные осложнения. Поэтому меры борьбы с избыточной теплотой имеют большое значение для улучшения условий труда.

4.3. Нормирование и контроль параметров микроклимата производственных помещений

Учитывая большую важность метеорологических факторов для работающих, санитарные правила регламентируют показатели микроклимата для рабочих зон производственных, а также санитарно-бытовых помещений.

Микроклимат производственных помещений – это метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Рабочая зона – пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного (временного) пребывания работающих (ГОСТ 12.1.005).

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений определяет СанПиН 9-80-98, по которому показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения и температура поверхностей технологического оборудования и ограждающих конструкций. Правила устанавливают оптимальные и допустимые параметры микроклимата в зависимости от характеристики производственных помещений, периода года, категории тяжести работы и условий рабочего места.

Оптимальные микроклиматические условия – сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать переходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наступать ощущения теплового дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Параметры микроклимата устанавливаются на два периода года – холодный и теплый.

Холодный – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже. *Теплый* – период года со среднесуточной температурой наружного воздуха выше + 10 °С. Среднесуточная температура наружного воздуха представляет собой среднюю величину температуры наружного воздуха, измеренную в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.

Физическая тяжесть работы определяется величиной энергетических затрат в процессе трудовой деятельности. В соответствии с СанПиН 9-80-98 *физические работы* подразделяются на легкие, средней тяжести и тяжелые (табл. 4.1).

Таблица 4.1 Характеристика физических работ

Физические работы	Категория работ	Энергозатраты, Вт	Виды работы
Легкие	Ia	До 139	проводимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим усилием
	Iб	140-174	проводимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим усилием
Средней тяжести	IIa	175-232	связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенных физических усилий
	IIб	233-290	связанные с ходьбой, перемещением и переносом тяжестей до 10 кг и требующие умеренного физического усилия
Тяжелые	III	Св. 290	связанные с постоянным передвижением, перемещением и перенесением значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий

Характеристика производственных помещений по категориям выполняемых в них работ в зависимости от затрат энергии определяется в соответствии с ведомственными нормативными документами, согласованными в установленном порядке, исходя из категории работ, выполняемых 50% работающими и более в соответствующем помещении.

Для ориентировочного определения категории тяжести работы можно воспользоваться следующей эмпирической зависимостью

$$Q = 4 \cdot ЧСС - 255,$$

где Q – общие энергозатраты, Вт; ЧСС – среднесменная частота сердечных сокращений (частота пульса в минуту), определяемая как средневзвешенная величина с учетом времени, затраченного на выполнение работы и отдых.

Параметры микроклимата в рабочей зоне должны соответствовать оптимальным значениям (таблица 4.2).

Следует иметь в виду, что оптимальные параметры микроклимат распространяются на всю рабочую зону, а допустимые – устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест.

Таблица 4.2 Оптимальные температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений*

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с,

				не более
Холодный	Легкая, Ia	22 – 24	40 – 60	0,1
	Легкая, Ib	21 – 23	40 – 60	0,1
	Средней тяжести, Pa	19 – 21	40 – 60	0,2
	Средней тяжести, Pb	17 – 19	40 – 60	0,2
	Тяжелая, П	16 – 18	40 – 60	0,3
Теплый	Легкая, Ia	23 – 25	40 – 60	0,1
	Легкая, Ib	22 – 24	40 – 60	0,1
	Средней тяжести, Pa	20 – 22	40 – 60	0,2
	Средней тяжести, Pb	19 – 21	40 – 60	0,2
	Тяжелая, П	18 – 20	40 – 60	0,3

* Кроме того, СанПиН 9-80-98 устанавливает оптимальную температуру поверхностей, которая в зависимости от категории тяжести работ, определена для холодного периода года от 15 до 25 °С, а теплого - от 18 до 25 °С.

Оптимальные параметры микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, в которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники), а также в других помещениях при выполнении работ аналогичного характера (температура – 22-24⁰С, относительная влажность – 60 - 40%, скорость движения воздуха – не более 0,1 м/с).

Перечень других производственных помещений, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы микроклимата, определяется отраслевыми документами, согласованными с органами государственного санитарного надзора республики.

Допустимые параметры микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям производства, техническим или экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

СанПиН 9-80-98 определяют допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (таблица 4.3).

Таблица 4.3 Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	от по уровню энерго-	Температура воздуха, °С	Температура по-верхностей, °С	Ситель-ная влажность возду-	Скорость движения воздуха, м/с
-------------	----------------------	-------------------------	-------------------------------	-----------------------------	--------------------------------

		Диапазон ниже опти- мальных величин	Диапазон выше оп- тимальных величин			для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia	20,0 – 21,9	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75	0,1	0,1
	Iб	19,0 – 20,9	23,1 – 24,0	18,0 – 25,0	15 – 75	0,1	0,2
	IIa	17,0 – 18,9	21,1 – 23,0	16,0 – 24,0	15 – 75	0,1	0,4
	IIб	15,0 – 16,9	19,1 – 22,0	14,0 – 23,0	15 – 75	0,2	0,3
	III	13,0 – 15,9	18,1 – 21,0	12,0 – 22,0	15 – 75	0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0 – 22,9	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75	0,1	0,2
	Iб	20,0 – 21,9	24,1 – 28,0	19,0 – 29,0	15 – 75	0,1	0,3
	IIa	18,0 – 19,9	22,1 – 27,0	17,0 – 28,0	15 – 75	0,1	0,4
	IIб	16,0 – 18,9	21,1 – 27,0	15,0 – 28,0	15 – 75	0,2	0,5
	III	15,0 – 17,9	20,1 – 26,0	14,0 – 27,0	15 – 75	0,2	0,5

Существенное значение для нормирования параметров микроклимата в производственных помещениях имеет наличие *явной теплоты*, поступающей от оборудования, отопительных приборов, нагретых материалов, людей и других источников теплоты, в результате инсоляции и воздействующей на температуру воздуха в этом помещении.

В соответствии с СНБ 4.02.01-03 *избытками явной теплоты* называют превышение для данных эксплуатационных условий и микроклимата помещений количества явной теплоты, поступающей и помещение (здание, сооружение), над количеством явной теплоты, выводимой или уходящей из помещения (здания, сооружения).

Согласно ГОСТ 12.1.005, производственные помещения по избыткам явной теплоты условно подразделяются на две группы:

- помещения с незначительными избытками явной теплоты ($\leq 23 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$);
- помещения со значительными избытками явной теплоты ($> 23 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$),

которые относят к категории «горячих цехов».

В «горячих цехах» на долю инфракрасного излучения может приходиться до 2/3 выделяемой теплоты и только 1/3 – на долю конвекционной. В «горячих цехах» нормируется также интенсивность теплового излучения.

В соответствии СанПиН 9-80-98, интенсивность теплового облучения от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50 % поверхности тела и более; 70 Вт/м^2 – при величине облучаемой поверхности от 25 до 50 % и 100 Вт/м^2 – при облучении не более 25 % поверхности тела.

Для ориентировочного расчета облучаемой поверхности можно использовать следующие показатели: при общей площади тела человека 1,6-1,8 м², доля головы и шеи составляет примерно 9%, груди и живота – 16, спины – 18, ног – 39 и рук – 18%.

Интенсивность теплового облучения работающих от источников, нагретых до белого и красного свечения (нагретый металл, стекло, пламя и др.) не должна превышать 140 Вт/м², при этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в т.ч. средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения температура воздуха на постоянных рабочих местах не должна превышать верхние границы оптимальных значений для теплого периода года (табл. 4.1), а на непостоянных рабочих местах – верхние границы допустимых значений для постоянных рабочих мест (табл. 4.2).

С целью защиты работающих от ожогов температура поверхности нагретого оборудования и ограждений на рабочих местах не должна превышать 45°С, а для оборудования, внутри которого температура равна или ниже 100°С, температура поверхности не должна превышать 35°С.

Если в производственных помещениях невозможно обеспечить допустимые нормативные величины показателей микроклимата из-за технологических требований, технической недостижимости или экономически обоснованной нецелесообразности, то необходимо обеспечить защиту работающих от возможного перегревания или охлаждения организма. Для этого можно использовать системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование рабочих мест, помещения для отдыха и обогрева с оптимальными параметрами микроклимата, спецодежду и другие средства индивидуальной защиты, регламентацию труда и отдыха и т.п.

Для защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено значениями, установленными СанПиН 9-80-98.

Контроль параметров микроклимата проводится не менее трех раз в течение одного дня: в начале, середине и конце рабочей смены.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м – при выполнении работ стоя.

Интенсивность теплового излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах необходимо определять в направлении максимума силы теплового излучения от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м.

Температура и относительная влажность воздуха измеряются *аспирационными психрометрами* типа МВ-4М или М-34. При отсутствии в местах измерения источников лучистой теплоты (инфракрасного излучения) температура и относительная влажность могут измеряться *суточными* и *недельными термо-*

графами типа М-16 и *гигрографами* типа М-21 при условии сравнения их показаний с показаниями аспирационного психрометра. Для измерения относительной влажности и температуры могут использоваться современные приборы ИВТМ-7МК и ИВГ-1МК и др. Для измерения температуры нагретых тел, поверхностей стен, оборудования можно использовать термометры: контактный микропроцессорный ТК-5М, переносной электронный 1503П, универсальный TESTO 925, пирометр С-110Л и др.

Скорость движения воздуха измеряется *крыльчатыми анемометрами* АСО-3 типа Б, если скорость лежит в пределах от 1 до 10 м/с, или *чашечными*, которые позволяют измерить скорость движения воздуха от 1 до 30 м/с. Для измерения небольших скоростей воздуха (0,02-2 м/с) необходимо использовать *дифференциальный микроанемометр* или *электроанемометр*. К анемометрам последнего типа относится *термоанемометр* типа ЭА-2М, который одновременно определяет температуру воздуха. Диапазон скоростей, измеряемых термоанемометром, лежит в пределах от 0,03 до 5 м/с. Скорость движения воздуха менее 0,3 м/с, особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять *цилиндрическим* или *шаровым кататермометрами*. Они позволяют определять диапазон скоростей воздуха от 0,1 до 1,5 м/с, обеспечивая достаточную для практических целей точность измерений. Однако, их не рекомендовано использовать при температуре воздуха выше 29 °С, при наличии вблизи точки измерения нагретых или охлажденных поверхностей.

К современным портативным приборам для измерения скорости воздуха относятся *электронный анемометр* АПР-2. TESTO 425, 435 и др. В настоящее время имеются комбинированные приборы, позволяющие сразу определять три параметра – температуру, относительную влажность и подвижность воздуха, например, метеометр МЭС-200А и др.

Тепловое излучение измеряется различными приборами типа радиометров, актинометров, болометров, спектрорадиометров (РОТС-11, ДООИ-1, СРП-86). Для измерения можно использовать актинометр Носкова, радиометр энергетической освещенности РАТ-2П-Кварц-41, портативный инфракрасный термометр ПИТ (пирометр), инфракрасный радиационный термометр ИРТ-2 и др.

4.4. Мероприятия по оптимизации микроклимата

4.4.1. Общие положения

Наиболее радикальными методами управления микроклиматом являются:

- максимально возможная механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ, выполнение которых сопровождается избыточным теплообразованием в организме человека;

- дистанционное управление теплоизлучающими поверхностями, исключающее необходимость пребывания работающих в зоне инфракрасного облучения;

- рациональное размещение и теплоизоляция оборудования, коммуникаций и других источников, излучающих теплоту в рабочую зону, так, чтобы исключалась возможность совмещения потоков лучистой энергии на рабочих местах. При возможности оборудование следует размещать на открытых площадках. Теплоизоляция его должна обеспечивать температуру наружных стенок не выше 45°C;

- оборудование источников интенсивного влаговыделения с открытой поверхностью испарения (ванны, красильные и промывочные аппараты и другие емкости с водой или растворами) крышками или снабжение их местными отсосами.

При невозможности нормализации микроклимата и производственных помещениях следует применять защитные экраны, водяные и воздушные завесы, защищающие рабочие места от теплового излучения, а также водовоздушное или воздушное душирование.

Основной способ борьбы с лучистой теплотой (инфракрасным излучением) на рабочих местах заключается в изоляции излучающих поверхностей, т.е. создании определенного термического сопротивления на пути теплового потока в виде экранов различных конструкций (жестких глухих, сетчатых полупрозрачных, водяных, водно-воздушных и др.). Действие защитных экранов заключается либо в отражении лучистой энергии обратно к источнику излучения либо в ее поглощении. По принципу работы различают отражающие, поглощающие и теплоотводящие экраны. Однако это деление условно, так как любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить теплоту. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от преимущественного свойства последнего. В зависимости от возможности наблюдения за ходом технологического процесса экраны можно разделить на три типа; непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

Среди организационных мероприятий следует отметить следующие:

- организация рационального водно-солевого режима работающих с целью профилактики перегрева организма. Для этого к питьевой воде добавляют небольшое количество (0,2-0,5%) поваренной соли и насыщают ее диоксидом углерода (сатурируют). Прием газированной подсоленной воды позволяет быстро восстанавливать нарушенное водно-солевое равновесие организма, утолять жажду, компенсировать потоотделение и соответственно снижать потери

массы. Диоксид углерода придает вкус воде и улучшает секрецию желудочного сока;

- устройство в «горячих цехах» специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха, в которые подается очищенный и умеренно охлажденный воздух;

- для предупреждения переохлаждения и простудных заболеваний работающих у входа в цех устраивают тамбуры или создают воздушные тепловые завесы, которые направляют поток холодного наружного воздуха в верхнюю зону помещения. Для работающих длительное время на холоде предусматривают специально оборудованные помещения для периодического обогрева.

Для обеспечения нормативных микроклиматических условий в холодный период года производственные и административно-бытовые помещения должны оборудоваться системами отопления.

4.4.2. Отопление и кондиционирование воздуха

Отопление проектируется для обеспечения в помещениях *расчетной температуры воздуха*, которая принимается в зависимости от периода года. Для холодного периода года расчет отопления производится с учетом обеспечения минимальной из допустимых температур. В общественных, административно-бытовых и производственных помещениях отапливаемых зданий, когда они не используются, и в нерабочее время следует принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже 5 °С, обеспечивая восстановление нормируемой температуры к началу использования помещения или к началу работы без увеличения приведенных затрат.

На постоянных рабочих местах в помещениях пультов управления технологическими процессами необходимо принимать расчетную температуру воздуха 22 °С и относительную влажность не более 60% в течение всего года.

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха производственных и вспомогательных помещений регламентируются одноименными СНБ 4.02.01-03, ГОСТ 12.4.021, ГОСТ 12.2.137, МОПОТ и другими документами.

Для производственного отопления используются специальные системы.

Система отопления – это комплекс конструктивных элементов, предназначенных для получения, переноса и подачи необходимого расчетного количества теплоты в обогреваемые помещения.

Каждая система отопления состоит из генератора теплоты, нагревательных приборов для передачи теплоты отапливаемому помещению и теплопровода – сети труб или каналов для переноса теплоты от генератора к отопительным приборам.

По месту размещения генератора теплоты относительно отапливаемых помещений системы отопления могут быть местными и центральными.

К *местным системам* относят такие, в которых генератор теплоты, нагревательные приборы и теплопроводы находятся непосредственно в отапливаемом помещении и конструктивно объединены в одной установке (печное, воздушное, панельное (лучистое), а также отопление местными газовыми, элект-

трическими приборами или котлами, работающими на различных видах топлива).

При *панельном (лучистом) отоплении* нагревательные приборы либо смонтированы с ограждающими конструкциями (т.е. находятся в междуэтажных перекрытиях, стенах, перегородках), либо расположены свободно в виде плоских панелей, плафонов, излучателей. В качестве теплоносителя используется вода с температурой 50-60 °С, нагретый воздух и реже пар. Иногда используются электронагревательные элементы. Преимуществами этой системы являются: большая равномерность нагрева и постоянство температуры и влажности воздуха в помещении, отсутствие нагревательных приборов, возможность охлаждения помещений в летнее время пропусканием холодной воды (или воздуха) через систему. Основные недостатки – относительно большие первоначальные затраты на устройство и сложность ремонта во время эксплуатации.

Для местного обогрева отечественная промышленность производит инфракрасные обогреватели помещений в виде панелей различной мощности от 0,8 кВт и выше. Эти обогреватели за счет использования длинноволновой части спектра нагревают непосредственно людей, предметы, ограждающие конструкции зданий. В данном случае теплота не тратится на обогрев воздуха, что характерно для конвективного отопления. К достоинствам этих обогревателей относятся универсальность, возможность быстрого обогрева и его регулирования, экономичность, большой срок службы, пожаробезопасность. Однако инфракрасные обогреватели не должны размещаться в зоне прямого влияния теплового излучения на глаза работающих. Поэтому их, как правило, устанавливают на непостоянных рабочих местах или зонах обслуживания оборудования, связанных с перемещением персонала.

Кроме того, инфракрасные обогреватели можно использовать для поддержания температурных условий технологических процессов, сушки и защиты от промерзания сыпучих материалов и других целей, что в условиях экономии энергоресурсов может быть весьма эффективным.

К *системам центрального отопления* относятся такие, в которых генераторы теплоты расположены вне отапливаемых помещений, т.е. отдалены от нагревательных приборов. Теплоноситель нагревается в генераторе, находящемся в тепловом центре (ТЭЦ, котельная), перемещается по теплопроводам в обогреваемые здания и помещения и, передав теплоту через нагревательные приборы, возвращается в тепловой центр.

Центральные системы отопления бывают водяными, паровыми, воздушными и комбинированными.

Водяная и паровая системы отопления в зависимости от давления теплоносителя могут быть низкого давления (давление пара до 70 кПа или температура воды до 100 °С) и высокого давления (давление пара выше 70 кПа или температура воды выше 100 °С).

Системы *водяного отопления* подразделяются на *низкотемпературные* – с предельной температурой горячей воды 85÷100 °С и *высокотемпературные* – с температурой воды более 105 °С.

Водяное отопление низкого давления наиболее широко используется на промышленных предприятиях, так как позволяет централизованно регулировать температуру теплоносителя, поддерживать температуру воздуха и относительную влажность в помещениях в заданных пределах, исключает возможность ожогов работающих об нагревательные приборы, обеспечивает пожарную безопасность. Основным недостатком системы является возможность ее замерзания в зимнее время, а также медленный нагрев больших помещений после продолжительного перерыва в работе.

В *паровом отоплении* теплоносителем является водяной пар (влажный, насыщенный). В зависимости от рабочего давления оно делится на системы низкого, высокого давления и вакуум-паровые. По устройству паровые системы отопления не отличаются от водяных.

Паровое отопление имеет ряд существенных недостатков по сравнению с водяным: трудность регулировки подачи пара в отопительную систему, что приводит к резким колебаниям температуры в отапливаемых помещениях; опасность возникновения пожаров и ожогов об нагревательные приборы; вероятность резкого снижения относительной влажности воздуха за счет его перегрева и т.п.

Воздушное отопление по способу подачи теплого воздуха подразделяется на центральное – с подачей нагретого воздуха от единого теплогенератора и местное – с подачей теплого воздуха местными отопительными агрегатами.

Нагретый до 70 °С воздух должен подаваться на высоту не менее 3,5 м от уровня пола, а воздух, нагретый до 45 °С, на расстояние не менее 2,5 м от рабочих мест. Основные преимущества центрального воздушного отопления следующие: немедленный обогрев помещения при включении системы отопления; отсутствие в помещении нагревательных приборов; возможность использования в летнее время для охлаждения и вентиляции помещений; экономичность, особенно если это отопление совмещено с общеобменной вентиляцией. Устройство и эксплуатация воздушного отопления значительно экономичнее других систем.

Наиболее современным способом обеспечения оптимальных параметров микроклимата в помещениях является кондиционирование воздуха. В соответствии с СНБ 4.02.01-03 *кондиционирование воздуха* – это автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) с целью обеспечения, главным образом, оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, сохранения ценностей культуры.

В общем случае под кондиционированием понимается нагревание или охлаждение, увлажнение или осушка воздуха и очистка его от пыли. Различают системы *комфортного кондиционирования*, обеспечивающие в помещении постоянные комфортные условия для человека, и системы *технологического кондиционирования*, предназначенные для поддержания в производственном помещении требуемых технологическим процессом условий.

На практике используются различные типы кондиционеров, которые в зависимости от расхода воздуха подразделяются на бытовые, промышленные и полупромышленные.

Бытовые кондиционеры используют обычно для охлаждения воздуха в жилых и офисных помещениях, и их мощность обычно не превышает 7 кВт. Промышленные и полупромышленные кондиционеры предназначены для охлаждения больших помещений с площадью от 100м² и более, в т.ч. для централизованного охлаждения помещений всего здания.

По конструктивному исполнению кондиционеры подразделяются на моноблочные (оконные и мобильные) и сплит-системы или мультисплит-системы, состоящие из двух и более блоков – наружного и внутренних. Наружный блок включает наиболее габаритные узлы и компрессор, вынесенные за пределы помещения или здания. Внутренние блоки с жалюзийными решетками распределяют поток охлажденного воздуха в помещении и обеспечены пультами дистанционного управления. Они могут быть настенными, напольными, потолочными, колонными и встраиваемыми в подвесной потолок (канальными и кассетными). В промышленных мультисплит-системах часто вместо внешнего блока используется водоохлаждающая машина (чиллер), а вместо фреона применяется вода. При наличии бойлера или чиллера с тепловым насосом сплит – система может служить и для отопления помещения (здания).

Для ориентировочного выбора производительности кондиционера необходимо рассчитать два значения воздухообмена - по кратности и по количеству работающих, после чего нужно выбрать **большее** из этих двух значений.

Расчет воздухообмена по кратности проводится по формуле

$$L = n * S * H,$$

где L - требуемая производительность, м³/ч; n - нормируемая кратность воздухообмена (для жилых помещений n = 1, для офисов n = 2,5); S - площадь помещения, м²; H - высота помещения, м.

Воздухообмен помещения по количеству работающих определяется из выражения:

$$L = N * L_n,$$

где L - требуемая производительность кондиционера, м³/ч; N - количество людей; L_n - норма расхода воздуха на одного человека (в состоянии покоя - 20 м³/ч; при работе в офисе - 40 м³/ч; при физической нагрузке - 60 м³/ч).

При низком качестве кондиционеров и несовершенной технологии их обслуживания в рабочих секциях возможно накопление микроорганизмов, в том числе и патогенных. В мировой и отечественной практике известны случаи, когда кондиционеры являлись источником инфекционных заболеваний людей. Поэтому в современных кондиционерах предусмотрена реализация дополнительных операций – очистки, обеззараживания, дезодорации, ароматизации, ионизации воздуха и др.

4.4.3. Аэроионизация воздуха

Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»-2010 устанавливают санитарно-гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений и направлены на предотвращение неблагоприятного воздействия на здоровье человека избыточного или недостаточного содержания аэроионов в воздухе.

Источниками *аэроионизации* воздуха могут быть природные явления (космические и другие излучения, грозы, выпадение осадков, естественный радиоактивный распад элементов и пр.), технологические процессы и оборудование (рентгеновское и ультрафиолетовое излучения, термоэмиссия, фотоэффект, наличие высоких уровней электрического напряжения в технологическом оборудовании и электрических цепях) и специальные устройства (искусственная ионизация), при воздействии которых на воздушную среду происходит образование электрически заряженных частиц (ионов).

Как правило, аэроионы концентрируются вблизи мест их образования, их много в горном, морском воздухе (5000-10000 ионов /см³), в лесах (1000-5000 ионов /см³), у водоемов, после дождя, снега, грозы. Для сравнения: в воздухе городской квартиры содержится всего 50-100 отрицательных ионов/см³.

Аэроионы повышают умственную и физическую работоспособность, снимают стресс, укрепляют нервную систему, повышают сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям.

В биологическом отношении наиболее активны легкие аэроионы, при низком содержании которых отмечается ощущение духоты, головные боли, ослабление внимания, снижение других функциональных показателей организма. Повышенный уровень аэроионизации воздуха оказывает токсическое действие на организм человека и усиливает воздействие на него других вредных факторов.

Аэроионы характеризуются зарядом частиц и их подвижностью.

Санитарные правила регламентируют в воздушной среде помещений производственных и общественных зданий концентрации аэроионов обеих полярностей (ρ^+ , ρ^-) и коэффициент униполярности (Y) (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Гигиенические нормы содержания и коэффициент униполярности легких аэроионов в воздухе производственных и общественных помещений

Нормируемые показатели уровней аэроионизации	Концентрация аэроионов, ρ (ион/см ³)		Коэффициент униполярности, Y
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- \geq 600$	$0,4 \leq Y < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^+ \leq 50000$	$\rho^- \leq 50000$	

Коэффициент униполярности представляет собой отношение концентрации положительных к концентрации отрицательных аэроионов в кубическом

сантиметре воздуха.

Содержание легких аэроионов и коэффициент их униполярности не должны выходить за пределы нормируемых показателей. В зонах дыхания на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей (видеодисплейные терминалы или другие виды технических средств автоматизации труда), допускается отсутствие положительных аэроионов.

Технические средства нормализации или коррекции аэроионного режима помещений должны применяться в случаях, если условия пребывания персонала не удовлетворяют вышеуказанным требованиям.

Для нормализации аэроионного состава воздуха в помещениях используют приточно-вытяжную вентиляцию, групповые и индивидуальные ионизаторы воздуха, устройства автоматического регулирования ионного режима воздушной среды. Искусственная аэроионизация воздуха производится специальными ионизаторами, например, люстрами Чижевского, которые могут обеспечить в ограниченном объеме заданную концентрацию ионов определенной полярности.

При текущем санитарном надзоре измерения содержания аэроионов производятся не реже одного раза в год. Для этого используют приборы, принцип действия которых основан на измерении изменения потенциала на электродах стандартизованного конденсатора. В настоящее время промышленностью выпускаются портативные счетчики аэроионов МАС-01, САПФИР ЗК и др. Кроме всего вышеизложенного производственные помещения должны обеспечиваться как естественной, так и механической вентиляцией

Контрольные вопросы

1. Какими основными параметрами характеризуется микроклимат?
2. Какую опасность для человека представляет инфракрасное излучение/ Меры защиты от него?
3. Как производится нормирование параметров микроклимата производственных помещений?
4. Какие мероприятия необходимо осуществлять для обеспечения нормативных параметров микроклимата?
5. Что такое кондиционирование воздуха, его достоинства и недостатки?
6. Какие требования предусмотрены в нормативных документах по аэроионизации воздуха?

Глава 5. Освещение производственных помещений

5.1. Влияние цветосветового климата на безопасность труда

Рациональное освещение рабочих мест является одним из элементов благоприятных условий труда. Неправильное и недостаточное освещение может приводить к возникновению опасных и вредных производственных факторов на производстве. Наиболее комфортные условия труда обеспечиваются только естественным солнечным светом. Недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт, выражающийся в ощущении неудобства или напряженности. Длительное пребывание в условиях зрительного дискомфорта приводит к отвлечению внимания, уменьшению сосредоточенности, зрительному и общему утомлению. Кроме создания зрительного комфорта свет оказывает на человека психологическое, физиологическое и эстетическое воздействие.

Свет – один из важнейших элементов организации пространства и главный посредник между человеком и окружающим его миром. Неудовлетворительная освещенность в рабочей зоне может являться причиной снижения производительности и качества труда, получения травм.

Для создания оптимальных условий зрительной работы расчетные характеристики системы освещения должны быть увязаны с цветовым окружением. Так, при светлой окраске интерьера благодаря увеличению количества отраженного света уровень освещенности повышается на 20- 50% (при той же мощности источников света), резкость теней уменьшается, яркостной контраст между светильниками и поверхностями, на которых они размещаются, снижается, световые потоки равномерно распределяются по помещению.

Если интерьер окрашен в темные тона, то для создания хорошей освещенности необходимо использовать более мощные источники света, т.к. темные поверхности поглощают значительную часть светового потока. В результате создаются контрастные светотени, утомляющие глаза. Причиной утомляемости может быть также чрезмерная яркость поверхностей окружающих конструкций. Блестящие поверхности образуют световые блики, которые могут вызывать временное ослепление.

При чрезмерной яркости источников света и окружающих предметов появляются головные боли, резь в глазах, расстройство зрения. Неравномерность освещения и разная яркость окружающих предметов приводят к частой перадаптации глаз во время работы, и, как следствие, к быстрому утомлению органов зрения. Поэтому хорошо освещенные поверхности, находящиеся в поле зрения, лучше окрашивать в светлые тона, коэффициент отражения которых находился бы в пределах 30-60%.

Известно, что полное отсутствие оттенков в помещении, наличие только белого и черного также утомляет зрение, как и множество ярких цветов. Поэтому, прежде чем проектировать цветовое оформление помещения, необходимо знать вид деятельности, который будет в нем осуществляться. И только по-

сле этого для каждого конкретного помещения определяется одна из цветовых гамм (А, Б, В).

Цветовая гамма А содержит возбуждающие цвета (в основном красные) и используется в тех помещениях, где необходимо взбодрить человека, восполнить дефицит эмоций, двигательной активности.

Гамма Б включает в свой состав тонизирующие цвета – оранжевый, желтый, травяные и лиственные оттенки зеленого и применяется там, где не требуется духовно воздействовать на человека, но нужно добиться максимальной его работоспособности, деловой активности.

Гамму В представляют успокаивающие цвета – синий, зелено-голубой, голубой. В эти цвета следует оформлять деловые помещения (кабинеты администрации, приемные, вестибюли).

Цветом можно также сбалансировать некоторые недостатки помещения, например, избыток теплоты компенсируют синий и голубой цвета; в холодных помещениях желательна присутствие теплой гаммы цветов; белый цвет рекомендуется для помещений с избыточной влажностью; более насыщенные и контрастные цвета нужны для пыльных помещений, т.к. пыль «съедает» цвет, делает его мягче; в многолюдных помещениях желательна спокойная гамма цветов, способствующая снижению утомляемости. Запахи также можно нейтрализовать цветом, например, зеленый, синий, голубой с белым и черным приглушают сладкие запахи, горькие нейтрализуются теплой цветовой гаммой, очень неприятный запах «тонет» в белом, светло-голубом, светло-сером.

Рациональной считают такую цветовую окраску, которая позволяет обеспечить: гармоническое единство производственного помещения и оборудования; снизить утомляемость глаз работающих; сократить время адаптации зрения; исключить отблески от окрашенных поверхностей при естественном и искусственном освещении. Это позволяет создать оптимальный зрительный комфорт, что способствует повышению работоспособности и безопасности труда.

Цветовая окраска используется также для повышения безопасности эксплуатации потенциально опасного оборудования – трубопроводов, баллонов, открытых частей электроустановок, ограждений, а также знаков безопасности.

В зависимости от спектрального состава светового потока, излучаемого источником света, цвета окружающих поверхностей воспринимаются по-разному. В связи с этим, при создании комфортного светоцветового климата в помещении наряду с правильным решением цветового окружения большое значение имеет правильный выбор источников света.

Необходимая освещенность может быть достигнута за счет регулирования светового потока источника освещения, включения и выключения части ламп в осветительных приборах, изменения спектрального состава света, применения осветительных приборов подвижной конструкции, позволяющей изменять направление светового потока.

5.2. Основные светотехнические понятия и определения

Для гигиенической оценки освещенности используются качественные и количественные светотехнические показатели, принятые в физике.

К основным количественным показателям относятся лучистый и световой потоки, сила света, видность, освещенность, коэффициент отражения и яркость. К качественным показателям следует отнести фон, видимость, контраст.

Видимое излучение – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм, воспринимаемый человеческим глазом.

Лучистый поток (Φ) – это мощность лучистой энергии электромагнитного поля в оптическом диапазоне волн и измеряется в ваттах.

Световой поток (F). Видимое излучение, оцениваемое по световому ощущению, которое оно производит на человеческий глаз, называется *световым излучением*, а мощность такого излучения – световым потоком. За единицу светового потока принят люмен (лм), который имеет размерность кандела \times стерадиан (кд \times ср).

Видность (V) – отношение светового потока к лучистому. Максимальная видность $V_{\text{макс}}$ при длине волны 554 нм составляет 683 лм/ Вт. Видность излучения характеризует чувствительность глаза человека к различным составляющим светового спектра.

Сила света (J). Обычно источники света излучают световой поток неодинаково в различных направлениях. Для оценки светового потока в определенном направлении используется понятие силы света, которая представляет собой отношение светового потока к телесному углу

$$J = \frac{\Phi}{\omega},$$

где Φ – световой поток, лм; ω – телесный угол (угол с площадью круга на поверхности сферы, равной квадрату радиуса данной сферы), стерадиан, (ср).

За единицу силы света принимается кандела (кд), которая равна 1 лм/ср. Кандела является основной светотехнической единицей, устанавливаемой по специальному эталону.

Оба приведенных показателя (световой поток и сила света) являются пространственными величинами.

Видимость предмета человеческим глазом зависит от той части светового потока, которая, отражаясь от освещаемой поверхности, падает на сетчатку глаза.

Яркость поверхности (L) в данном направлении – это отношение силы света, излучаемого поверхностью в этом же направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. За величину яркости принят нит (нт), который имеет размерность 1 кд/м²:

$$L = \frac{J}{S \cdot \cos \alpha},$$

где J – сила света, кд; α – угол между нормалью к светящейся поверхности и данным направлением, град; S – площадь, м².

Яркость поверхности зависит от силы света, угла падения светового потока на плоскость, цвета поверхности и т.д.

Установки искусственного освещения имеют такие дополнительные характеристики, как степень слепящего действия источника света, пульсация, спектр света.

Освещенность (E). Этот показатель характеризуется плотностью светового потока на единицу площади и выражается в люксах (лк). Световой поток в 1 лм на 1 м² плоской поверхности равен 1 лк:

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

Освещенность в 1 лк не позволяет выполнять большинство видов работ (для сравнения – освещенность поверхности Земли в лунную ночь составляет примерно 0,2лк, а в солнечный день доходит до 100000 лк).

Контраст объекта различения с фоном (K) характеризуется как процентное отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта различения и фона к яркости фона. Оценивается контраст как малый – до 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости); средний – 0,2-0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости) и большой – свыше 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости).

Коэффициент отражения (ρ) характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток. Он определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока к падающему на нее световому потоку.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности более 0,4; средним – при коэффициенте отражения поверхности 0,2-0,4; темным – менее 0,2.

Показатель ослепленности (P) – это критерий оценки слепящего действия источников света, вычисляется по формуле

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

где V_1 – видимость объекта различения при экранированном источнике света; V_2 – видимость при разэкранированном источнике света.

Видимость V – величина, комплексно характеризующая зрительные условия работы. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном и др.

Следует отметить, что на глаз действуют совместно как качественная, так и количественная характеристики света, обеспечивающие определенную степень работоспособности человека.

5.3. Естественное освещение, его нормирование и расчет

Для проведения большинства видов работ наиболее рациональным является естественный дневной свет, так как он обладает в отличие от искусственного биологической активностью, т.е. способен активизировать биохимические процессы в организме человека, тонизировать его, подавлять патогенные организмы.

Естественное освещение производственных помещений может быть следующих видов (рис. 5.1):

- боковое (одно, двух- и многостороннее) – через окна в наружных стенах;
- верхнее – через световые фонари в перекрытии или кровле;
- комбинированное – через световые фонари и окна.

Верхнее освещение используется главным образом в многопролетных зданиях, где с помощью бокового освещения удастся осветить лишь прилегающие к наружным стенам участки производства.

Для освещения рабочих мест, удаленных от оконных световых проемов, а также для естественной вентиляции помещений цехов устраивают специальные фонари – остекленные надстройки покрытия.

В зависимости от поперечного профиля в производственных зданиях применяются световые (аэрационные и светоаэрационные) и зенитные фонари.

Кроме фонарей также используются специальные светопрозрачные покрытия в кровле здания. Они могут выполняться в виде стеклоблоков, светопрозрачных колпаков, линз и т. п.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны, как правило, обеспечиваться естественным освещением. Следует отметить, что естественное освещение имеет резкие колебания уровня освещенности, меняющегося в течение светового дня и по временам года, в зависимости от погодных условий и ряда других факторов.

Непостоянство естественного освещения во времени вызывает необходимость введения специального показателя – *коэффициента естественной освещенности* (КЕО). КЕО является величиной постоянной и в упрощенном виде представляет собой процентное отношение освещенности определенной точки помещения к одновременной освещенности точки, находящейся на горизонтальной плоскости вне помещения и освещенной рассеянным светом всего небосвода.

Естественное освещение производственных помещений нормируется величиной КЕО в зависимости от характера зрительной работы (разряда зрительной работы) и вида освещения.

Нормативные значения КЕО для каждого разряда зрительной работы приведены в ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования». Величина КЕО используется при расчетах величины световых проемов в проектируемых зданиях. Кроме того, он

применяется в качестве оценки пригодности помещения для выполнения работ заданной точности.

В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении – в точке по середине помещения. В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты помещения для работ I-IV разрядов;
- на 2 высоты помещения для работ V-VII разрядов;
- на 3 высоты помещения для работ VIII разряда.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

В производственных помещениях со зрительной работой разрядов I – III следует устраивать совмещенное освещение. Допустимо применение верхнего естественного освещения в многопролетных цехах, в которых работы выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях от пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО принимаются для разрядов I-III соответственно 6 и 3%.

Расчет естественного освещения в производственном помещении заключается в определении требуемой площади боковых проемов (окон) или верхних фонарей, которая бы обеспечивала нормативную освещенность (величину КЕО) для выполнения определенного разряда зрительной работы. Для этого могут быть использованы следующие формулы:

- для расчета бокового освещения

$$S_o = S_{\text{п}} e_{\text{мин}} K \eta_o k_3 / 100 \tau_o r_1;$$

- для расчета верхнего освещения

$$S_{\text{ф}} = S_{\text{п}} e_{\text{ср}} \eta_{\text{ф}} k_3 / 100 \tau_o r_2;$$

где S_o и $S_{\text{ф}}$ – площадь окон и фонарей соответственно, м²;

$S_{\text{п}}$ - площадь освещаемой поверхности (пола), м²;

$e_{\text{мин}}$ – нормированное минимальное значение КЕО для данного помещения при боковом освещении, %;

$e_{\text{ср}}$ – нормированное среднее значение КЕО при верхнем освещении, %;

K – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, (1,1-1,7);

η_0 и η_ϕ – соответственно световая характеристика окна и фонаря;

k_3 – коэффициент запаса;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания, выбирается в пределах значений 0,2–0,6 в зависимости от вида помещений и их характеристики по условиям загрязнения воздуха, а также от типа переплетов и их остекления;

r_1 – коэффициент, учитывающий влияние отраженного света при боковом освещении, (1,2–4);

r_2 – коэффициент, учитывающий влияние отраженного света при верхнем освещении, (1,1–1,9).

Организация постоянных рабочих мест без естественного освещения, если это не определяется требованиями технологии, запрещается. Световые проемы не допускается загромождать производственным оборудованием, готовыми изделиями, полуфабрикатами и т.п. как внутри, так и вне зданий.

5.4. Искусственное освещение, его нормирование и расчет

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует. Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, дежурное и охранное.

Рабочее освещение – освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

Аварийное освещение, в свою очередь, подразделяется на эвакуационное и освещение безопасности.

Эвакуационное освещение – освещение, предназначенное для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц: в помещениях – 0,5 лк, на открытых территориях – 0,2 лк.

Освещение безопасности (резервное освещение) – освещение, необходимое для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Оно предусматривается в случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительный сбой технологического процесса, нарушение работы объектов, обеспечивающих жизнедеятельность населения. Освещение безопасности должно обеспечивать на рабочих поверхностях наименьшую освещенность в размере 5% от рабочего, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк - на территории предприятия.

Дежурное освещение предназначено для освещения помещений в нерабочее время.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территории предприятия, охраняемой в ночное время. При этом освещенность должна быть не менее 0,5 лк.

Локальное освещение - это освещение части здания или сооружения, а так-

же отдельных архитектурных элементов при отсутствии заливающего освещения.

Искусственное освещение обеспечивается системами общего или комбинированного освещения.

Общее освещение подразделяется на *общее равномерное*, которое устраивается без учета расположения рабочих мест, и *общее локализованное*, при котором размещение светильников связано с расположением оборудования и рабочих мест. При первом – высота подвески светильников, тип светильников, мощность ламп и т.д. принимаются одинаковыми, при втором – перечисленные характеристики могут быть различными.

Если по характеру выполняемой работы требуется усиленное освещение рабочего места, а общего освещения недостаточно, то в этом случае устраивается дополнительное *местное освещение*. Одновременное общее и местное освещение называется *комбинированным*.

При искусственном освещении рабочих мест нормируется минимальная освещенность рабочей поверхности в зависимости от разряда и подразряда выполняемой работы. Нормативные значения минимальной освещенности приведены в ТКП 45-2.04-153-2009.

При выполнении в помещениях работ разрядов I-III, IVa-IVb, Va следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами Государственного санитарного надзора.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10% нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при газоразрядных лампах и не менее 75 лк при лампах накаливания.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень. Отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для работ разрядов I-III при люминесцентных лампах 1,3; при других источниках света – 1,5; для работ разрядов IV-VII – 1,5 и 2,0 соответственно.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% от нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 30 лк при лампах накаливания.

Совмещенное освещение предполагает одновременное использование для освещения рабочих поверхностей в течение светового дня естественного и искусственного освещения. Оно применяется в помещениях, в которых выполняются работы разрядов I-III, а также в помещениях, где естественного освеще-

ния недостаточно, а фактический коэффициент естественной освещенности составляет 80% и менее от нормативного при боковом освещении, 50% и менее – при верхнем освещении. При совмещенном освещении используется система общего искусственного освещения. Освещенность рабочих поверхностей при совмещенном освещении должна быть не ниже нормативных значений соответствующего искусственного освещения.

Существует несколько методов расчета искусственного освещения – метод удельной мощности (метод ватт), точечный метод (метод изолюкс) и метод коэффициента использования.

Метод удельной мощности используется для ориентировочной оценки искусственного освещения в производственном помещении, а также для расчета аварийного освещения. Он применяется при условии оптимального размещения светильников в помещении.

Удельную мощность определяют по формуле

$$W = nP/S,$$

где n – число светильников; P – мощность лампы, Вт;
 S – освещаемая площадь, m^2 .

Значения удельной мощности приводятся в справочниках по светотехнике в зависимости от типа светильника, высоты его подвеса, площади пола и требуемой освещенности.

Так как точные данные зависимости освещенности от удельной мощности люминесцентных ламп отсутствуют, при их использовании можно применять следующие ориентировочные данные: освещенность в 100 лк соответствует удельной мощности 10 Вт/ m^2 , а в больших помещениях она несколько меньше, порядка 7 Вт/ m^2 .

Точечный метод используют, рассчитывая освещенность при равномерном распределении светильников разной мощности по помещению, а также при локализованном размещении светильников. Принцип расчета заключается в использовании графиков пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности, т. е. кривых одинаковой освещенности. Указанные графики позволяют определить условную относительную освещенность, т. е. освещенность, которая может создаваться светильником на заданной высоте подвеса с лампой в 1000 лм.

Для определения освещенности на горизонтальных рабочих поверхностях при равномерном распределении светильников с симметричной светоотдачей расчет может быть проведен *методом коэффициента использования*.

Расчет осветительных установок по этому методу с лампами накаливания производится по следующей формуле

$$F = ESKz / N\eta;$$

для установок с люминесцентными лампами используется та же формула, но с учетом количества ламп в каждом светильнике

$$N = ESKz / Fm\eta;$$

где F – световой поток одной лампы, лм; E – минимальная освещенность, лк; S – площадь помещения, м²; K – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности при эксплуатации (1,1-1,3); z – поправочный коэффициент светильника (для стандартных светильников 1,1-1,3); N – количество светильников, шт.; η – коэффициент использования осветительной установки, зависящий от типа светильников, индекса помещения, степени отражения света от стен, пола и потолка; n – количество ламп в светильнике (для люминесцентных ламп).

5.5. Характеристика источников света и светильников

В качестве источников света в современных осветительных установках используются лампы накаливания, галогенные и газоразрядные лампы.

В *лампах накаливания* свечение возникает при нагревании вольфрамовой нити накала до высокой температуры. Производятся различные типы ламп накаливания: вакуумные (НВ), газонаполненные (как правило, наполнителем является смесь аргона и азота), биспиральные (НБ), с криптоксеноновым наполнением (НБК), зеркальные с диффузно отражающим слоем и др.

Лампы накаливания просты в изготовлении, удобны в эксплуатации, не требуют дополнительных устройств для включения в сеть. Недостатками их являются низкая световая отдача (от 7 до 22 лм/Вт) при большой яркости нити накала, высокая температура поверхности колбы лампы, низкий КПД (10-13%), ограниченный срок службы (от 1 до 2 тыс. ч). Лампы дают непрерывный спектр, отличающийся от спектра дневного света преобладанием желтых и красных лучей, что в какой-то степени искажает восприятие человеком окружающих предметов. Изменение напряжения в сети оказывает существенное влияние на срок службы и величину светового потока ламп накаливания (на каждые 5% изменения напряжения эти характеристики меняются на $\pm 50\%$ и $\pm 1,5\%$ соответственно). Лампы накаливания изготавливаются мощностью от 15 до 1500 Вт. В настоящее время многие страны принимают программы об отказе от ламп накаливания и переходе на другие энергосберегающие источники света. Например, конгресс США принял такое решение и с 2013г. лампы накаливания на территории страны не будут использоваться, что позволит сэкономить до 2/3 электроэнергии.

Галогенные лампы накаливания наряду с вольфрамовой нитью содержат в колбе пары того или иного галогена, например йода, что позволяет повысить температуру накала нити и практически исключить испарение вольфрама. Они имеют более продолжительный срок службы (до 3000 ч) и более высокую светоотдачу (до 40 лм/Вт). Светильники с галогенными лампами дают яркий свет, обеспечивающий высокую цветопередачу.

Галогенные лампы накаливания с йодным циклом имеют лучший спектральный состав света и хорошие экономические характеристики и поэтому получают все большее распространение. Образующиеся при работе такой лампы пары вольфрама соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя ее распылению. В осветительных установках производствен-

ных зданий применяют лампы типа КГ 220-1000, КГ 220-1500, КГ 220-2000 мощностью до 2 кВт. Эти лампы отличаются большой стабильностью светового потока, который снижается к концу срока службы только на несколько процентов.

Газоразрядные лампы излучают свет в результате электрического разряда в парах и газах. На внутреннюю поверхность стеклянной трубки наносится тонкий слой люминофора, который преобразует ультрафиолетовое излучение газового электрического разряда в видимый свет. Различают газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давлений.

Люминесцентные лампы создают в помещениях искусственный свет, приближающийся по спектру к естественному, они более благоприятны для человека с гигиенической точки зрения.

Кроме того, такие лампы имеют высокую светоотдачу (до 110 лм/Вт), т.е. они в 3-3,5 раза экономичнее ламп накаливания, и большой срок службы (до 14 000 ч). Свечение происходит со всей поверхности трубки, а, следовательно, яркость и слепящее действие люминесцентных ламп значительно ниже, чем ламп накаливания. Низкая температура поверхности колбы делает лампу относительно пожаробезопасной.

Однако газоразрядные лампы имеют свои недостатки: пульсация светового потока, вызывающая *стробоскопический эффект* (искажение зрительного восприятия объектов различения – вместо одного предмета видны изображения нескольких, а также искажаются направление и скорость движения, что повышает вероятность производственного травматизма и делает невозможным выполнение некоторых производственных операций); дорогостоящая и относительно сложная схема включения лампы в сеть, требующая регулирующих пусковых устройств (дрессели, стартеры); значительная отраженная блескость; чувствительность к колебаниям температуры окружающей среды (оптимальная температура 20-25 °С, повышение и понижение температуры вызывает снижение светового потока); чувствительность к колебаниям напряжения в сети (снижение напряжения в сети на 10-15% резко снижает световой поток либо гасит лампу).

От газоразрядных ламп можно получить световой поток практически в любой части спектра. Это достигается соответствующим подбором люминофора и состава инертных газов и паров металлов, в атмосфере которых происходит разряд.

В зависимости от состава люминофора и особенностей конструкции различают несколько типов ламп с разным спектральным составом света: лампы белого света (ЛБ), дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), тепло-белого света (ЛТБ), холодного света (ЛХБ) и др. Лампы ЛХБ, ЛД и особенно ЛДЦ используются в случаях, когда выполняемая работа требует высокого уровня цветоразличения.

В настоящее время широко применяются энергосберегающие флуоресцентные лампы (ЭФЛ), представляющие собой трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором и наполнена парами ртути под низким давле-

нием. В трубку с обоих концов впаяны электроды. При включении лампы в сеть в трубке образуется газовый разряд, генерирующий коротковолновое ультрафиолетовое излучение, при этом происходит возбуждение атомов люминофора, преобразующееся в видимое излучение.

В ТКП 45-2.04-153-2009 для производственных помещений рекомендуются следующие источники света (табл.5.1).

Таблица 5.1. Рекомендуемые источники света при системе общего освещения

Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Освещенность, лк	Минимальный индекс цветопередачи источника света, R_a	Диапазон цветовой температуры источников света T_c , К	Примерные типы источников света
Контроль цвета с очень высокими требованиями к цветоразличению (контроль готовой продукции на швейных фабриках, тканей на текстильных фабриках, сортировка кожи, подбор красок для цветной печати и т. п.)	300 и более	90	5000–6000	ЛДЦ, ЛДЦ УФ (ЛХЕ)
Сопоставление цветов с высокими требованиями к цветоразличению (ткачество, швейное производство, цветная печать и т. д.)	300 и более	85	3500–6000	ЛБЦТ, ЛДЦ, ЛДЦ УФ
Различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению (сборка радиоаппаратуры, прядение, намотка проводов и т. п.)	500 и более	50	3500–6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ
	300, 400	50	3500–5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД + МГЛ
	150, 200	45	3000–4500	ЛБ (ЛХБ), НЛВД + МГЛ, ДРЛ
	Менее 150	40	2700–3500	ЛБ ДРЛ, НЛВД + МГЛ (ЛН, КГ)
Требования к цветоразличению отсутствуют (механическая обработка металлов, пластмасс, сборка машин, инструментов и т. п.)	500 и более	50	3500–6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ
	300, 400	40	3500–5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ (ДРЛ)
	150, 200	29	2600–4500	НЛВД + МГЛ
	Менее 150	25	2400–3500	НЛВД + МГЛ, НЛВД + ДРЛ, ЛБ (ДРЛ), НЛВД (ЛН, КГ)

Для освещения открытых пространств, территорий предприятий, улиц, высоких (более 6м) производственных помещений используются газоразрядные лампы высокого давления. К ним относятся дуговые ртутные люминесцентные лампы типа ДРЛ, галогенные лампы ДРИ (дуговые ртутные с йодидами), ксеноновые лампы сверхвысокого давления ДКсТ (дуговые ксеноновые трубчатые), натриевые лампы ДНаТ (дуговые натриевые трубчатые) и т.д. Эти лампы сосредотачивают в небольшом объеме значительную электрическую и световую мощность. Они выпускаются мощностью от 80 до 2000 Вт и могут эксплуатироваться при любой температуре окружающей среды. Их можно устанавливать в обычных светильниках взамен ламп накаливания.

Недостатком ламп типа ДРЛ является длительность разгорания (3-7 мин) при их включении. Этот недостаток отсутствует у ламп ДКсТ и ДНаТ.

В последнее время все шире начинают использоваться *светоизлучающие диоды* для дежурной подсветки панелей приборов, пультов управления, полов в коридорах. Они не боятся ударов, бросков тока, характеризуются низким энергопотреблением, в 100 раз меньшим, чем у соответствующих ламп накаливания, высоким сроком службы (около 10 лет), пожаробезопасны.

Качественные показатели освещения в производственных помещениях во многом определяются правильным выбором *осветительных приборов*, представляющих собой совокупность источников света и осветительной арматуры. Основное назначение последней заключается в перераспределении светового потока источников света в требуемых для освещения направлениях, механическом креплении источников света и подводе к ним электроэнергии, а также защите ламп, оптических и электрических элементов от воздействия окружающей среды. Осветительная арматура предохраняет источники света от загрязнения и механических повреждений и изолирует их от внешней среды. Осветительный прибор ближнего действия называется *светильником*, а дальнего – *прожектором*.

Основными светотехническими характеристиками светильников являются КПД, защитный угол и кривая силы света.

Условные обозначения светильников состоят из букв и цифр, характеризующие источник света, способ установки, назначение и другие показатели (рис. 5.2).

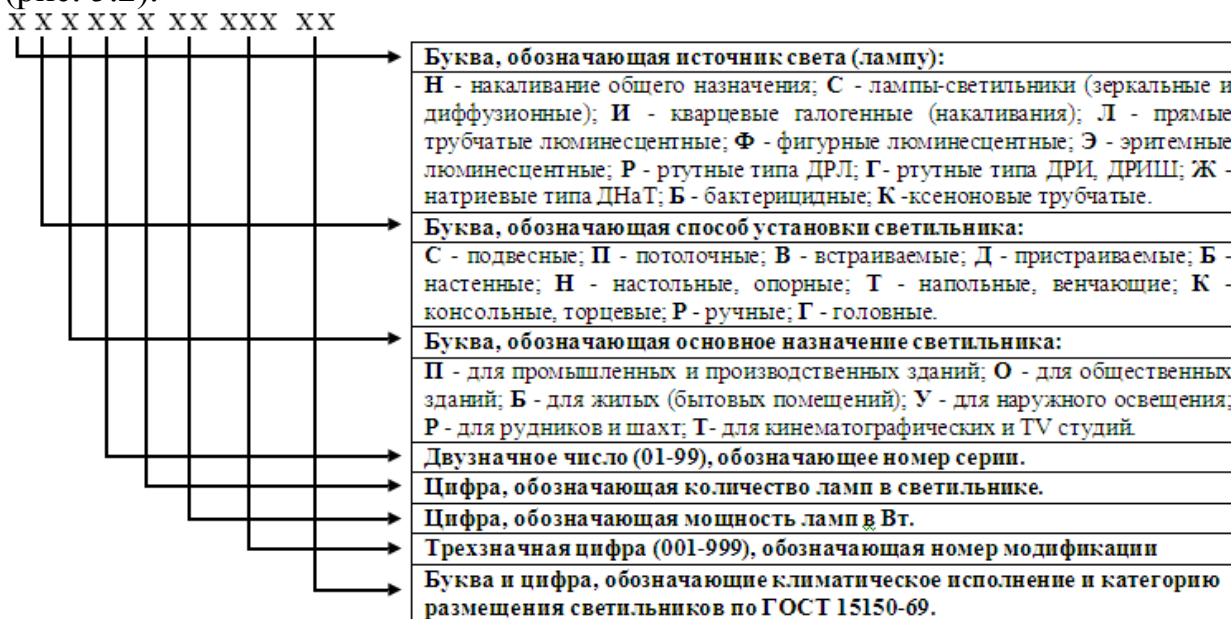


Рис. 5.2 Условные обозначения светильников

Климатическое исполнение светильников обозначается следующими буквами и предельной рабочей температурой: У – умеренный (от +45 до -50), УХЛ – умеренный и холодный (от +45 до -60 в зависимости от категории размещения), О – общеклиматическое исполнение (от +55 до -60), ХЛ – холодный (от +45 до -60), В – климатическое исполнение для всех районов на суше и на море, кроме районов с очень холодным климатом (от +55 до -60).

Светильники подбираются в зависимости от климатического исполнения, категории размещения электрооборудования по ГОСТ 15150, степени защиты персонала и оборудования по ГОСТ 14254, температуры воздуха и других условий эксплуатации.

Наиболее важной характеристикой светильников является КПД – отношение фактического светового потока светильника к световому потоку находящейся в нем лампы. Осветительная арматура поглощает часть светового потока, излучаемого источником, но благодаря рациональному перераспределению света в необходимом направлении увеличивается освещенность на рабочих местах.

Светораспределение светильника и установленной в нем лампы в различных направлениях неодинаково, поэтому для его характеристики используют *кривую силы света* светильника. Она представляет собой кривую, образуемую концами радиус-векторов, длина каждого из которых в определенном масштабе численно равняется силе света в данном направлении. В паспорте светильников в обязательном порядке приводится кривая силы света. Класс светильников по светораспределению представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Классификация светильников по светораспределению

Класс светильников по светораспределению		Доля светового потока, направляемого в нижнюю полусферу, от светового потока светильника, %
Обозначение	Наименование	
П	Прямого света	Свыше 80
Н	Преимущественно прямого света	60-80
Р	Рассеянного света	40-60
В	Преимущественно отраженного света	20-40
О	Отраженного света	Менее 20

Устранение слепящего действия источника света обеспечивается конструкцией светильника и характеризуется *защитным углом* (α) – углом между горизонталью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и краю отражателя (рис. 5.3). Величина защитного угла определяет высоту подвеса светильников.

В зависимости от распределения светового потока в пространстве, светильники подразделяют на пять основных классов: прямого, преимущественно прямого, рассеянного, преимущественно отраженного и отраженного света. Некоторые типы светильников показаны на рис. 5.4.

Светильники прямого света направляют не менее 80% светового потока в нижнюю полусферу. Наиболее распространенные светильники этой группы – «Универсаль», «Глубокоизлучатель» (зеркальный, эмалированный), «Широкоизлучатель», «Альфа» и др.

Светильники рассеянного света направляют в каждую полусферу от 40 до 60% светового потока. Они обеспечивают хорошую равномерность освещения при полном отсутствии теней; их устанавливают в помещениях со светлы-

ми потолками и стенами (административных, конструкторских, читальных залах и др.). К этому классу относятся «Молочный шар», «Кольцевые» и др.

Светильники отраженного света посылают в верхнюю полусферу не менее 80% всего светового потока, обеспечивают мягкое освещение без резких теней. Их используют для освещения помещений общественного назначения. Как правило, для освещения производственных помещений они не используются.

По конструктивному исполнению светильники делятся на: открытые (лампа не отделена от внешней среды), защищенные (лампа отделена оболочкой, допускающей свободный проход воздуха), закрытые (оболочка защищает от проникновения внутрь крупной пыли), пыленепроницаемые (оболочка не допускает проникновения внутрь мелкодисперсной пыли), влагозащищенные, взрывозащищенные и взрывобезопасные.

К первым трем типам светильников относятся «Универсаль», УПМ-500, СХ-60, СХ-200, СХ-500 и др. – для химически активной окружающей среды; СПБ – пылебрызгозащитные; ПУ-100, ПУ-200, ПВЛ-1, ПВЛ-6, ЛПП и др. – для сырых и пыльных помещений.

В настоящее время ОАО «Лидский завод электроизделий», Белорусское оптико-механическое объединение, ООО «Электрет» и другие производят высокоэффективные светильники для промышленных, общественных и жилых помещений. В частности, выпускаются светильники типов ФПО, ЛБО – для общественных помещений и для организации аварийного освещения; ЛПО – для учебных аудиторий; ЛПП, ЛСП, ЛВО – для производственных и общественных помещений; ЛБП-20 – для организации местного освещения и др.

Все светильники оснащаются люминесцентными лампами разного типа и различной мощности, а также электронным пускорегулирующим аппаратом (ЭПРА), позволяющим на 20% повысить светоотдачу при одновременном снижении расхода электроэнергии по сравнению с дроссельным исполнением (на 30%). Наличие ЭПРА обеспечивает мгновенное включение ламп, ровное без мерцания освещение, не утомляющее зрение, отсутствие стробоскопического эффекта. Кроме того, увеличивается срок службы ламп на 20% и более.

Взрывозащищенные светильники устанавливают во взрывоопасных помещениях. Их производят преимущественно в двух исполнениях – взрывонепроницаемом (ВЗГ-300, ВЗГ-200М, ВЗГ-100, ВЗГ-60 и др.) и повышенной надежности против взрыва (НОБ-300, НЗБ-150, НОГЛ-80 и др.).

Контрольные вопросы

1. Влияние цветосветового климата на работоспособность и безопасность труда
2. Каковы основные задачи освещений на производстве?
3. Какие существуют виды естественного освещения, и как оно может быть организовано в производственных помещениях?
4. Как осуществляется нормирование естественного освещения и его расчет?
5. Виды искусственного освещения, его нормирование и методы расчета?
6. Каковы основные характеристики источников света?

Глава 6. Химические факторы и методы защиты от их воздействия

6.1. Классификация вредных веществ

В окружении человека находятся тысячи различных химических соединений, способных негативно отразиться на его здоровье и работоспособности. На любом производстве имеют дело с большим количеством разнообразных химических веществ, являющихся в той или иной мере вредными веществами.

По ГОСТ 12.1.007 под *вредным веществом* понимают вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки настоящего и последующих поколений.

По характеру воздействия на организм человека вредные химические вещества подразделяются на 9 групп:

Нервные – углеводороды, спирты жирного ряда, анилин, сероводород, аммиак, бензин. Они вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, паралич.

Кровяные – окись углерода, нитро- и аминсоединения ароматического ряда, бензол, толуол, свинец, ароматические смолы. Эти яды, соединяясь с гемоглобином крови, вытесняют из нее кислород, что приводит к удушью.

Раздражающие – хлор, акролеин, аммиак, сернистый газ, пары кислот, окислы азота. Данные вещества поражают верхние дыхательные пути.

Прижигающие и раздражающие кожу и слизистую оболочку – неорганические кислоты – серная, соляная, азотная; некоторые органические кислоты – уксусная, муравьиная; едкий натрий. Эти вещества поражают кожные покровы с образованием нарывов и язв.

Ферментные – синильная кислота и ее соли, мышьяк и его соединения, ртуть, фосфорорганические соединения. Они нарушают структуру ферментов, инактивируют их.

Печеночные – хлорированные углеводороды, бромбензол, фосфор, селен. Вызывают структурные изменения тканей печени.

Аллергены – это химические вещества, повышающие чувствительность организма (или отдельных органов) человека к воздействию различных раздражителей (главным образом химических). Они вызывают изменения реактивной способности организма. К аллергенам относятся анилин, формальдегид, ароматические амины, нитрозосоединения.

Канцерогенные химические вещества при попадании внутрь или проникновении через кожу могут вызывать у человека развитие злокачественных опухолей (онкологических заболеваний). Канцерогенными свойствами обладают бензидин, нафтиламины, эпоксидные соединения, асбест.

Мутагенные химические вещества, взаимодействуя с клеточными ДНК, приводят к болезнетворным изменениям органов и тканей человека. Представителями этого класса веществ являются этиленмин, оксиды этилена, бензол, соединения свинца и ртути, сероуглерод.

Вещества, влияющие на репродуктивную функцию организма, относятся к *тератогенным* соединениям. Они способны вызывать пороки развития плода. Тератогенным действием обладают бензол и его гомологи, фталевый ангидрид, хлорированные углеводороды (в частности, хлоропрен), диметилформамид.

Вредные вещества в зависимости от их свойств и условий их воздействия (концентрация/доза/время) на человека могут вызывать острые и хронические отравления (интоксикации).

Острыми отравлениями называют заболевания, которые возникают у людей при авариях, внезапных нарушениях технологического режима или требований техники безопасности. Они развиваются непосредственно после контакта с вредным веществом или по истечении скрытого периода (от 6-8 ч до нескольких суток). При этом вредное вещество поступает в организм в большом количестве – в десятки и сотни раз превышающем его ПДК в воздухе рабочей зоны, а также при ошибочном приеме внутрь или сильном загрязнении кожных покровов.

Хроническими отравлениями называют заболевания, которые возникают в результате длительного, многолетнего воздействия вредных химических веществ, проникающих в организм постепенно относительно небольшими дозами. Хронические отравления развиваются вследствие постоянного накопления вредного вещества в организме.

6.2. Показатели опасности вредных веществ

Важнейшей характеристикой вредного воздействия химического вещества является степень его вредности (токсичность).

Токсичность является мерой несовместимости вещества с жизнью. Например, это может быть средняя смертельная доза или концентрация химического вещества. Однако в условиях производства вероятность развития интоксикации обусловлена не только токсичностью, но и общим количеством поступившего в организм вредного вещества (дозой), опасным для жизни. Поэтому для правильной классификации химических веществ, применяемых в производственных условиях, введено такое понятие как «опасность».

Опасность – вероятность возникновения вредных для здоровья последствий, являющихся результатом контакта человека с химическими веществами в реальных производственных условиях. Опасность характеризуется показателями, которые разделены на две группы. К первой группе относятся показатели потенциальной опасности, определяющие возможность попадания в организм вредного вещества:

- *средняя смертельная доза при введении в желудок* – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок, (мг/кг);

- *средняя смертельная доза при нанесении на кожу* – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном нанесении на кожу (мг/кг);

- *средняя смертельная концентрация в воздухе* – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при 2-4-часовом ингаляционном воздействии (мг/м³);

- *коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)* – отношение максимально допустимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°C к средней смертельной концентрации вещества для мышей при двух-часовом воздействии.

Ко второй группе относятся показатели реальной опасности:

- *зона острого действия* – отношение смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящее за пределы приспособительных физиологических реакций;

- *зона хронического действия* – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных реакций, к минимальной концентрации, вызывающей вредное действие на организм в хроническом эксперименте – по 4 ч пять раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев.

Считают, что вещество тем опаснее, чем меньше зона острого действия. Такое вещество опасно с точки зрения развития тяжелых (смертельных) форм отравлений.

Зона хронического действия характеризует хроническое отравление. Проявления хронического отравления развиваются скрытно по мере постепенного накопления вредного вещества и увеличения его токсического действия. Например, при длительном воздействии свинца, ртути или кадмия развиваются хронические интоксикации. Эти вещества обладают способностью накапливаться и медленно выводятся из организма. Свинец откладывается в костях, ртуть и кадмий – в почках, марганец — в печени.

Предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредного вещества в воздухе рабочей зоны считается концентрация, при которой при 8-часовой ежедневной работе (или другой продолжительности рабочего дня, но не более 40 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа у человека не возникает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. ПДК выражают в миллиграммах в 1 м³ воздуха (мг/м³).

Наибольшее практическое значение имеет именно показатель ПДК в воздухе рабочей зоны. Это объясняется тем, что до 90 % отравлений людей, рабо-

тающих в условиях производства, происходит в результате проникновения вредных веществ в организм через органы дыхания.

Каждые 3-5 лет на производствах изучаются условия труда и проводится обследование работающих. При необходимости проводят корректировку значений ПДК. Так, ПДК хлористого винила была снижена от 30 мг/м³ до 5 мг/м³, а ПДК кобальта и его солей снижена до 0,01 мг/м³.

Если показатели ПДК не установлены, временно вводят гигиенические нормативы – так называемые *ориентировочные безопасные уровни воздействия* (ОБУВ).

Значения ОБУВ устанавливаются путем расчета на основании физико-химических свойств вещества или интерполяцией и экстраполяцией в рядах, близких по строению соединений, или по показателям острой опасности. ОБУВ должны пересматриваться каждые три года после утверждения с учетом накопленных данных о состоянии здоровья работающих и условий труда или заменять их на ПДК.

По степени воздействия на организм человека все химические вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й – чрезвычайно опасные;
- 2-й – высокоопасные;
- 3-й – умеренно опасные;
- 4-й – малоопасные.

Класс опасности веществ устанавливается в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице 6.1.

Таблица 6.1. Показатели токсичности вредных веществ

Показатель	Норма для классов опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

Класс опасности вещества определяется по показателю, значение которого является максимальным.

6.3. Действие вредных веществ на организм человека

Вредные химические вещества могут поступать в организм работающих через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожный покров и слизистые оболочки.

Статистика профессиональных заболеваний показывает, что большинство промышленных отравлений связано с проникновением вредных веществ *через органы дыхания* в виде пыли, газа, паров и тумана. Всасывание через дыхательную систему относится к наиболее быстрому пути поступления вредных веществ в различные органы и системы. На скорость проникновения вредных веществ из воздуха в кровь также влияет их растворимость в воде.

Поступление вредных веществ в организм человека *через пищеварительный тракт* возможно при ошибочном приеме внутрь, нарушении правил личной гигиены, например во время приема пищи на рабочем месте, или курении.

Некоторые химические вещества могут всасываться прямо из полости рта непосредственно в кровь. К ним относятся: все липидорастворимые соединения (фенолы и особенно цианиды). Всасывание вредных веществ из пищеварительного тракта в основном происходит через кишечник. Однако на пути к кишечнику вредные вещества могут обезвреживаться кислой средой желудка, сорбироваться пищевыми веществами и проходить через печеночный барьер. Печень является одним из наиболее активных органов, участвующих в обезвреживании вредных веществ, но при этом она сама становится объектом воздействия вредных веществ.

Вредные вещества могут поступать в организм человека и *через кожные покровы*. Потенциальную опасность представляют вещества, обладающие липидорастворимостью и растворимостью в воде (крови). Если они еще и высокотоксичны, то возникает реальная опасность отравления человека через кожу. Среди органических веществ, вызывающих интоксикацию через кожу, на первом месте стоят ароматические нитро- и аминсоединения, фосфорорганические инсектициды, хлорированные углеводороды и металлоорганические соединения. Повреждение кожи еще более способствует проникновению вредных веществ в организм.

Независимо от пути проникновения, в организме вредные вещества подвергаются физико-химическим превращениям, биологическая направленность которых состоит в обезвреживании вредных веществ и выведении их из организма.

Как правило, работающие подвергаются одновременному или последовательному (*комбинированному*) воздействию сразу нескольких вредных веществ. Разделяют несколько видов комбинированного (совместного) действия вредных веществ.

Однонаправленное действие возникает, когда компоненты смеси действуют на одни и те же системы в организме. В этом случае суммарный эффект воздействия смеси равен сумме эффектов отдельных компонентов и должен отвечать соотношению

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где C – концентрации компонентов смеси; ПДК – предельно допустимые концентрации компонентов.

Таким образом, сумма отношений концентраций каждого из компонентов не должна превышать единицы. Суммарным эффектом обладают вещества близкие по химическому строению, например, хлорированные и бромированные углеводороды (предельные и непредельные), ароматические углеводороды (бензол и толуол; толуол и ксилол), оксиды азота и оксид углерода и т.д.

Если в воздухе рабочей зоны находятся несколько вредных веществ одностороннего действия, обладающих эффектом суммации и в концентрациях, не превышающих ПДК, то при аттестации рабочих мест исходят из расчета суммы отношений фактических концентраций каждого из них к величинам их ПДК. Условия труда по данному химическому фактору относят к вредным, если рассчитанная сумма превышает единицу.

Положительный синергизм (потенцирование) имеет место, когда одно вредное вещество усиливает токсическое действие другого. Это происходит вследствие подавления одним из вредных веществ деятельности систем организма, ответственных за обезвреживание другого вещества. Положительный синергизм отмечается, например, при совместном воздействии хлорофоса и винилфосфата, четыреххлористого углерода и этилендихлорида или оксида углерода и бензола. Никель усиливает свою токсичность в присутствии медистых стоков в 10 раз. Алкоголь повышает опасность отравления анилином и ртутью.

Отрицательный синергизм (антагонизм) проявляется в том, что одно химическое вещество ослабляет действие другого. Такое явление наблюдается, например, в отношении сернистого ангидрида и хлора, диоксида серы и аммиака, аммиака и диоксида углерода. Это происходит вследствие химического взаимодействия указанных веществ с образованием малотоксичных соединений.

Аддитивное (независимое) действие вредных веществ проявляется при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ, не обладающих односторонним действием. В этом случае их токсические индивидуальные эффекты не зависят один от другого. Например, пары бензола и раздражающие газы действуют на разные органы и системы, и значения их ПДК остаются такими же, как при изолированном действии каждого компонента.

Чаще всего в условиях производства концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны может изменяться в зависимости от хода технологического процесса, времени технологических перерывов и других обстоятельств. Такое воздействие химического фактора, когда его уровень может колебаться от нуля до превышений ПДК, называют *интермиттирующим* (прерывистым). Интермиттирующее воздействие вредных веществ считается более опасным, чем равномерное их поступление в организм человека, т.к. при этом нарушают-

ся его внутренние механизмы приспособления и адаптации к воздействию химических токсикантов.

В условиях влияния неблагоприятных факторов производственной среды, таких как высокая температура, влажность, шум, физическое напряжение, совместное воздействие вредных химических веществ может усиливаться.

Так, *повышение температуры*, как правило, усиливает и ускоряет эффект воздействия вредных веществ. Это объясняется нарушением терморегуляции (учащением дыхания и ускорением кровообращения).

Например, при повышении температуры увеличивается возможность отравления соединениями бензола, оксидом углерода, парами ртути или хлорофоса.

Влажность воздуха также повышает опасность отравлений, особенно раздражающими газами.

Физическое напряжение обычно сопровождается усилением легочной вентиляции и кровообращения. В таких условиях количество вредных веществ, поступающих в организм через органы дыхания, увеличивается, что способствует развитию интоксикации.

Производственный шум усиливает токсический эффект вредных веществ и ускоряет их воздействие. Это доказано в отношении оксида углерода, стирола, алкилнитрита, аэрозоля борной кислоты, нефтяных газов и других веществ.

Характер действия вредных химических веществ на организм определяется их *химической структурой*. Токсичность вредных химических веществ может возрастать или уменьшаться при изменении химической структуры. Лучше всего взаимосвязь между строением и токсическими свойствами изучена для органических веществ.

Увеличение числа ненасыщенных связей (например, от этана к этилену и ацетилену) приводит к возрастанию токсичности соединений.

Увеличение числа атомов в молекуле органических соединений и числа изомеров снижает токсичность. Например, у бензола токсичность выше, чем у толуола. Пропиловый и бутиловый спирты обладают более сильным наркотическим действием, чем изопропиловый и изобутиловый, пропиленбензол токсичнее изопропилбензола, октан – изооктана. Известно, что в группе циклических углеводородов соединения с одной боковой цепью более токсичны, чем их изомеры с двумя или несколькими боковыми цепочками. Например, пары диметилциклогексана оказывают более слабое действие, чем пары этилциклогексана.

Замыкание цепи углеродных атомов ведет к увеличению токсического действия углеводородов при ингаляционном пути их поступления. Так, пары циклопропана, циклопентана, циклогексана и их гомологов оказывают более сильное действие, чем пары пропана, пентана и гексана. Переход от полиметиленового кольца к ароматическому также приводит к росту токсического действия. Пары бензола и толуола действуют сильнее паров циклогексана и метилциклогексана.

Введение в молекулу гидроксильной группы, увеличивающей раствори-

мость соединения, как правило, усиливает и ее токсичность. Фенол токсичнее бензола, циклогексанол токсичнее циклогексана, метилциклогексанол – метилциклогексана.

Раздражающее действие паров амилового спирта во много раз сильнее действия паров пентана, а паров аллилового спирта сильнее, чем пропилена.

Введение в органическую молекулу заместителей-галогенов, амино- и нитрогрупп обычно усиливает токсичность соединения, причем токсичность увеличивается, например, от метана к хлороформу. Особенно высока токсичность нитро- и аминопроизводных ароматических углеводородов – нитробензола, динитробензола, анилина, толуидина, ксилидина.

Правило Ричардсона о возрастании токсичности в гомологическом ряду углеводородов применимо к веществам алифатического ряда, но не подтверждается для ароматических соединений. Так, сила наркотического действия возрастает от пентана к октану, от метилового спирта к аллиловому.

Физические свойства (агрегатное состояние, летучесть, растворимость, дисперсность) вредных химических веществ также влияют на токсичность, в частности на способность проникать в организм, распределяться в нем и выделяться. Некоторые вредные вещества в газообразном состоянии более токсичны, чем в твердом и жидком, так как они легче проникают в организм. Например, металлическая ртуть в жидком состоянии не опасна, вместе с тем пары ртути очень токсичны.

Токсический эффект зависит от *биологических особенностей организма*.

Направленность и выраженность токсического действия вредных веществ у лиц разного пола проявляется как в специфических признаках поражения определенных органов и систем, так и при знаках общего действия. Например, чувствительность к некоторым токсичным веществам у мужчин выше, чем у женщин. Так, например, отмечается большая чувствительность женского организма к действию бензола. Некоторые соединения бора обладают избирательно выраженной токсичностью к гонадам мужского организма.

Известно, что воздействие бериллия, ртути и их неорганических соединений может привести к развитию рака легких у мужчин. У женщин, имевших производственный контакт с растворителями, компонентами производства резиновых изделий, обнаружено нарушение репродуктивной функции. Риск осложнения беременности высок у работниц, занятых в производстве пластмасс, стирала, вискозы и искусственного волокна. В связи с этим законодательно установлен Список тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, где запрещается применение труда женщин, утвержденный Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26.05.2000 г. № 765 и актуализированный Письмом МТиС и МЗ РБ 30.12. 2002 г. N 11-16/6497/14-15-4/4068 «О применении списка тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин».

Например, женщины не должны допускаться к работам аккумуляторщика, вагранщика, варщика битума, клейщика, красильщика и т.п.

Важное значение имеет и возраст работающего: одни вещества являются более токсичными по отношению к молодым работникам, другие – вредны для пожилых. Например, смертность от рака органов дыхания более высока среди работающих старше 50 лет. Повышенная чувствительность ко многим токсичным веществам, особенно нейротропного действия, отмечается у лиц молодого возраста (до 18 лет). Организм подростков в 2-3 раза, а иногда и более, чувствителен к воздействию вредных веществ, чем организм взрослых работников. Именно поэтому законодательство запрещает прием на работу в химических производствах лиц моложе 18 лет. (Перечень работ, на которых запрещается применение труда лиц моложе 18 лет, утвержден Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 2.02.1995 г. № 13.).

Повышенная индивидуальная чувствительность к вредным веществам может быть связана с особенностями биохимических процессов и состоянием физиологических систем человека, которые участвуют в превращении и выведении токсичных соединений. Имеют значение состояние нервной системы, а также перенесенные заболевания. Так, при заболеваниях органов дыхания существует повышенная чувствительность к веществам, оказывающим раздражающее действие на дыхательные пути и т.п.

Чувствительность людей к вредным веществам зависит от индивидуальных особенностей протекания биохимических процессов, а также функциональной активности различных физиологических систем человека, в частности, ферментов детоксикации.

Степень поражения организма вредными веществами зависит от состояния здоровья человека. Например, лица с заболеваниями крови более чувствительны к действию кровяных ядов; с нарушениями нервной системы – к действию нейротропных ядов; с заболеваниями легких – к действию раздражающих веществ и пылей. Снижению сопротивляемости организма способствуют хронические инфекции, а также беременность и климакс.

Индивидуальная чувствительность человека возрастает в случаях воздействия вредных веществ с явно аллергическим эффектом (соединения хрома, некоторые красители и т.д.). В связи с этим лица, страдающие определенными заболеваниями, не допускаются к работе с веществами, которые могут обострить течение их болезни или привести к более быстрой и тяжелой интоксикации.

К профессиональным заболеваниям, вызываемым воздействием вредных веществ, относятся острые и хронические интоксикации, протекающие с изолированным или сочетанным поражением органов и систем: токсическое поражение органов дыхания (ларингофарингит, эрозия, перфорация носовой перегородки, трахеит, бронхит, пневмосклероз и др.), токсическая анемия, токсический гепатит, токсическая нефропатия, токсическое поражение нервной системы (полиневропатия, неврозоподобные состояния, энцефалопатия), токсическое поражение глаз (катаракта), конъюнктивит, кератоконъюнктивит, токсическое поражение костей: остеопороз, остеосклероз. В эту же группу входят болезни кожи, металлическая, фторопластовая (тефлоновая) лихорадка, аллергические заболевания, новообразования.

Следует иметь в виду возможность развития профессиональных опухолевых заболеваний, особенно органов дыхания, печени, желудка и мочевого пузыря, лейкозы при длительных контактах с продуктами перегонки каменного угля, нефти, сланцев, с соединениями никеля, хрома, мышьяка, винилхлоридом, радиоактивными веществами и т.д.

6.4. Промышленная пыль и ее воздействие на организм человека

Промышленные пыли (аэрозоли) – это тонкодисперсные частицы, образующиеся при различных производственных процессах и способные длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии.

Промышленную пыль классифицируют по различным признакам: происхождению, действию на организм человека, степени дисперсности, фракционному и химическому составам, электрическим и магнитным свойствам, пожаро- и взрывоопасности и т.д.

По происхождению аэрозоли подразделяются на пыли дезинтеграции и пыли конденсации.

Пыли дезинтеграции образуются при дроблении, измельчении, помоле, резании и других механических процессах. Они, как правило, характеризуются полидисперсностью, а частицы пыли имеют неправильную форму.

Пыли конденсации образуются в результате охлаждения и конденсации паров расплавленных масс (металлов, стекломассы, расплавов солей, насыщенных растворов и т.п.). В этом случае частицы пыли имеют округлую, овальную, более правильную форму. Как правило, они характеризуются высокой дисперсностью.

По составу пыль подразделяют на органическую, минеральную и смешанную.

По размеру мелкодисперсные частицы разделяют на три основные группы:

- частицы размером более 10 мкм, оседающие в неподвижном воздухе с возрастающей скоростью и не диффундирующие;
- частицы размером от 0,1 до 10 мкм, оседающие в воздухе с постоянной скоростью, условно называемые «туманом»;
- частицы размером менее 0,1 мкм, находящиеся в постоянном броуновском движении и энергично диффундирующие. Пыль такого размера почти не оседает и по своим свойствам приближается к молекулам газа.

Мелкодисперсные частицы пыли имеют огромную удельную поверхность, повышенные физическую и химическую активность и адсорбционную способность.

Пылевые частицы могут воздействовать на организм человека, проникая в него через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу. Характер воздействия пыли зависит как от пути проникновения, так и от ее свойств.

Частицы пыли крупнее 10 мкм, особенно с острыми зазубренными краями, внедряются в нежную слизистую оболочку и оседают в верхних дыхательных путях. Более легкие пылевые частицы проникают в легкие, так как фильтрующее значение носовых полостей человека в отношении таких частиц пыли весьма незначительно.

По характеру воздействия на организм человека производственная пыль подразделяется на раздражающую и токсическую.

К раздражающим пылям относятся:

- минеральная – песочно-кварцевая, корундовая пыль, выделяющаяся, например, при заточных и шлифовальных процессах на станках с абразивными кругами; пыль, образующаяся при различных технологических операциях (размоле, просеивании, смешивании, транспортировке и т.п.);

- металлическая – чугунная, железная, медная, алюминиевая, цинковая и др., которая выделяется при разных видах механической обработки металлов;

- древесная, получающаяся при обработке древесины;

- полимерная, возникающая на различных стадиях технологических процессов переработки полимеров (полиэтиленовая, полистирольная, фенолформальдегидная и т.д.).

Вредное действие пыли на человека зависит от концентрации и времени действия, физико-химических свойств, заряженности частиц, формы и характера поверхности пылинок, на которых могут быть острые, иглообразные и даже крючкообразные выступы. Раздражение и ранение пылинками слизистых оболочек дыхательных путей вызывает болезненное покраснение, способное перейти в воспаление и катаральное состояние. Особенно опасна в этом отношении пыль, содержащая свободный диоксид кремния.

При глубоком проникновении частиц некоторых видов мелкодисперсной пыли через легочные пузырьки и легочную ткань в лимфатические железы может возникнуть заболевание легких, которое нередко переходит в туберкулез вследствие разрушения легочной ткани.

Действие пыли на кожный покров в основном сводится к механическому раздражению кожи. Кроме того, пыль может проникать в поры потовых и сальных желез, закупоривая их и тем самым, затрудняя их функции. Это приводит к сухости кожи, на ней могут появляться трещины, сыпь. Попавшие вместе с пылью микроорганизмы в закупоренных протоках сальных желез вызывают гнойничковые заболевания кожи – *пиодермию*. Закупорка пылью сальных желез приводит к нарушению терморегуляции организма, выражающемуся в снижении потоотделения.

Пыль способна адсорбировать из воздуха некоторые ядовитые вещества, поэтому сама может оказаться ядовитой. Например, угольная пыль и сажа могут адсорбировать оксид углерода, пары толуола, бензола, 3,4-бензопирен и др.

Вследствие воздействия нетоксичной пыли на органы дыхания развиваются специфические заболевания, называемые пневмокониозами.

Пневмокониозы – собирательное название заболеваний легких от воздействия всех видов пыли. Однако по времени развития этих заболе-

ваний, характеру их течения и другим особенностям они различны и определяются характером воздействующей пыли. Названия разновидностей пневмокониозов, как правило, происходят от русского или чаще латинского названия воздействующего вещества. Так, пневмокониоз, вызванный воздействием кварцевой пыли, т.е. свободным диоксидом кремния, называется *силикозом*, силикатами – *силикатозом*, угольной пылью – *антракозом*, железосодержащей пылью – *сидерозом*, асбестовой пылью – *асбестозом*, тальковой пылью – *талькозом*, алюминиевой пылью – *алюминозом* и т.п. К профессиональным заболеваниям, вызванными воздействием промышленных аэрозолей относят также *металлокониозы*, *карбокониозы*, пневмокониозы от смешанной пыли, пневмокониозы от пыли пластмасс, *биссиноз*, *хронический бронхит* и др.

В структуре профессиональных заболеваний наибольшее место среди пневмокониозов занимает именно силикоз. Большинство пневмокониозов даже при большой запыленности воздуха развиваются длительное время (15-20 и более лет работы), в то время как начальные формы силикоза могут появляться уже через 5-10 лет работы, а при высокой запыленности воздуха – через 2-3 года.

Вследствие особой агрессивности кварцевой пыли процентное содержание ее положено в основу оценки потенциальной опасности производственных пылей: чем выше содержание SiO_2 в пыли, тем выше опасность последней.

Токсическая производственная пыль может оказывать ядовитое воздействие на человека при вдыхании, проглатывании и оседании на открытых участках кожи. Растворяясь в слюне, задерживаясь на слизистых оболочках дыхательных путей и пищевого тракта, она действует, как жидкий яд.

Некоторые токсические пыли при попадании на кожный покров вызывают его химическое раздражение, появляются зуд, краснота, припухлость, язвочки. Чаще всего такими свойствами обладают пыли химических веществ (хромовые соли, известь, сода, карбид кальция и др.).

При попадании пыли на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей ее раздражающее действие как механическое, так и химическое, проявляется наиболее ярко. Слизистые оболочки по сравнению с кожным покровом более тонки и нежны, их раздражают все виды пыли, в том числе и аморфные, волокнистые и др.

Пыль, попавшая в глаза, вызывает воспалительный процесс слизистых оболочек – *конъюнктивит*, который выражается в покраснении, слезотечении, иногда припухлости и нагноении.

Такие виды пыли, как пековая, оказывают фотосенсибилизирующее действие на кожные покровы и, особенно на глаза, т.е. повышают их чувствительность к солнечному свету.

На органы пищеварения могут оказывать действие лишь некоторые токсические пыли, которые, попав туда даже в небольшой дозе, всасываются и вызывают интоксикацию организма.

Действие пыли на верхние дыхательные пути сводится к их раздражению, а при длительном воздействии – воспалению.

Наибольшую опасность представляют токсические пыли, попадающие в легкие, где, задерживаясь на длительный период в альвеолах и бронхиолах, они могут быстро всасываться в большом количестве и оказывать раздражающее и общетоксическое действие, вызывая интоксикацию организма.

Кроме вредного действия на организм человека, пыль повышает износ оборудования (главным образом трущихся частей), увеличивает брак продукции.

Мелкодисперсная пыль многих веществ способна образовывать взрывоопасные смеси. В этом случае следует пользоваться термином «горючая пыль», которая определяется как дисперсная система, состоящая из твердых частиц размером менее 850 мкм, находящихся во взвешенном или осевшем состоянии в газовой среде, способная к самостоятельному горению в воздухе нормального состояния.

6.5. Нормирование вредных веществ и методы их контроля

Для оценки вредности и уровня безопасности химического вещества в воздухе рабочей зоны устанавливается его предельно допустимая концентрация (ПДК_{рз}).

ПДК вредных веществ в воздухе рабочих помещений устанавливается на основании специальных исследований и результатов профессиональных осмотров рабочих и утверждается органами здравоохранения. Величины ПДК приведены в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденные постановлением Минздрава РБ от 31.12. 2008 г. № 240.

При отсутствии утвержденного значения ПДК_{рз} временно можно пользоваться величиной *ориентировочно безопасного уровня воздействия* (ОБУВ).

Производить расчет ориентировочных величин ПДК_{рз} можно лишь для тех химических соединений, физико-химические константы которых укладываются в определенные пределы: молярная масса М (кг/моль) – от 30 до 300; плотность ρ (кг/м³) – от 0,6 до 2,0; температура кипения t_{кип} (°С) – от -100 до +300; температура плавления t_{пл} (°С) – от -190 до +180; показатель преломления n_p – от 1,3 до 1,6. Для этого можно использовать следующие уравнения

$$\begin{aligned} \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= 14,2 - 10n_p + \ln M; \\ \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= \lg M - 0,012t_{\text{пл}} - 1,2; \\ \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= 0,4 - 0,01M + \lg M; \\ \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= 0,6 - 0,01t_{\text{кип}} + \lg M; \\ \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= 1,6 - 2,2\rho + \lg M. \end{aligned}$$

Ориентировочную величину ПДК_{рз} для паров и газов органических жидкостей можно рассчитать по следующим зависимостям

$$\begin{aligned} \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= 0,91 \lg \text{ЛК}_{50} + 0,1 + \lg M; \\ \lg \text{ПДК}_{\text{рз}} &= \lg \text{ЛД}_{50} - 2,0 + \lg M. \end{aligned}$$

Расчет приближенной величины ПДК для аэрозолей нелетучих и малолетучих органических и элементоорганических соединений осуществляется по формуле

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз.}} = \lg \text{ЛД}_{50} - 3,1 + \lg M.$$

При необходимости расчета значений ПДК для газов и паров неорганических веществ, а также аэрозолей металлов и их оксидов можно воспользоваться следующими зависимостями соответственно

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз.}} = \lg \text{ЛК}_{50} + 0,4 + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз.}} = 0,851 \lg \text{ЛД}_{50} - 3 + \lg M - \lg N,$$

где ЛД_{50} – средняя смертельная доза при введении в желудок или при нанесении на кожу, мг/кг; ЛК_{50} – средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м³; N – число атомов металла в молекуле вещества.

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

Для ряда вредных веществ нормируется *предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи работающих* (мг/см²), представляющий собой количество вредного вещества для всей поверхности кожного покрова, которое при ежедневной работе (кроме выходных дней) в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю на протяжении всего рабочего стажа, не должно вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Контроль состояния воздушной среды, производственных помещений проводится по графику, утвержденному главным инженером предприятия.

Отбор проб воздуха производится *в рабочей зоне* на расстоянии 0,5 м от источников выделения вредных веществ в условиях действующей приточно-вытяжной вентиляции вне действия факела приточной вентиляции и открытых окон.

Обычно периодичность отбора проб и анализа устанавливается в зависимости от класса опасности веществ: 1-го класса опасности – не реже одного раза в 10 дней, 2-го – не реже одного раза в месяц, 3-го и 4-го классов опасности – не реже одного раза в квартал.

Для контроля воздушной среды применяются лабораторные, индикационные и экспресс-методы. Существуют также автоматические приборы контроля газовой среды.

Лабораторные методы очень точны и дают возможность определить микроколичества токсических веществ в воздухе. В этом случае проба воздуха отбирается в производственном помещении, а анализируется в лаборатории. Однако они требуют значительного времени и применяются главным образом в

исследовательских работах. Для этой цели используют различные методы химического (объемные и весовые) и физико-химического (фотоколориметрия, спектроскопия, кулонометрия, хроматография, полярография и др.) анализа.

Индикационные методы отличаются простотой, позволяют быстро определить качественный состав загрязнителей. Эти методы применяются в случаях, когда нежелательно присутствие токсических веществ в помещениях даже в малых концентрациях, а при их наличии требуются особые срочные меры (пуск аварийной вентиляции, нейтрализация загазованного участка, применение средств индивидуальной защиты и т.д.). Однако количественное определение токсических веществ в воздухе при помощи индикационных методов можно произвести весьма ориентировочно.

В основу индикационных методов положены цветные реакции между загрязненным воздухом и поглотительным раствором или реактивной бумажкой. По интенсивности окрашивания поглотителя можно ориентировочно судить о концентрации определяемого вещества в воздухе. Так, бумажка, пропитанная уксуснокислым свинцом, чернеет в присутствии следов сероводорода; бумажка, пропитанная парами диметиламинобензоальдегида (бумажка Прокофьева), краснеет в присутствии следов фосгена и т.д.

Экспресс-методы служат для качественного и количественного определения концентрации вредных паров и газов непосредственно в рабочей зоне. Для проведения контроля применяются газоанализаторы марок УГ, химический газоопределятель ГХ, газоанализатор типа ПГФ 2 М1-ИЗГ и др.

Экспресс-методы преимущественно основаны на получении цветной реакции при взаимодействии определяемого вещества с твердым сорбентом – индикаторным порошком, помещенным в узенькую стеклянную трубку. При просасывании загрязненного воздуха через трубку индикаторный порошок окрашивается на определенную длину, по величине которой судят о концентрации определяемого вещества. Основные положения линейно-колористического метода реализованы в газоанализаторах УГ-1 и УГ-2.

Автоматические газоанализаторы непрерывного действия осуществляют обычно непрерывную регистрацию уровня загазованности на диаграммной ленте. Они могут обладать различной чувствительностью. Газоанализаторы, настроенные на уровни ПДК или показатели взрывоопасности, при достижении соответствующей концентрации дают световой или звуковой сигнал, автоматически включают вентиляцию и др. Такие приборы называются *газосигнализаторами*.

К газоанализаторам взрывоопасных газов и паров относятся «Сигма-1», «Сигнал-02», «Сигма-1Б» (для паров бензина), ГСА-2, ХОББИТ-Т-Cl₂ (хлор), ХОББИТ-Т-NH₃ (аммиак), ХОББИТ-Т-CO (угарный газ), ХОББИТ-Т-SO₂ (сернистый газ), ОКА-МТ-2 и ОКА-МТ (горючие газы) и др.

Из большого ряда стационарных автоматических газосигнализаторов, определяющих концентрации горючих газов, паров и их смесей с воздухом, следует отметить следующие: СТП-1 ХЛЧ (горючие пары нефти и нефтепродуктов), СДК-2 (органические вещества и их смеси), СВИ-4 (аммиак, ацетон, бен-

зин, бензол, сероводород, стирол), «Сигнал-03» (взрывоопасные газы и пары), «Сигнал-ОЗА» (пары аммиака), «Сигнал-ОЗБ» (пары бензина), «Сигнал-ОЗСО» (угарный газ).

Для установления превышения ПДК токсических веществ и сигнализации об этом широко используются газоанализаторы следующих марок: ФКГ-3М (хлор), ФЛС (сероводород, аммиак, фосген, синильная кислота), ФЛ-550 1М (озон, диоксид азота, сероводород, аммиак, хлор, сернистый газ), ГМК-3 (оксид углерода), ГКП-1 (сернистый ангидрид), ФК (оксиды азота, фтористый водород) и др.

Для определения концентрации пыли в воздухе существует несколько методов:

- *аспирационный* – основан на просасывании воздуха через пористые материалы или через жидкости (воду, масла). Однако чаще всего используют стандартные фильтры. Практически наибольшее распространение находят фильтры марок АФА-ВП-20, АФА-ХП-20, АФА-ХА-20, АФА-ВП-10, ФПП, изготовленные из различных полимерных фильтрующих материалов;

- *седиментационный* – основан на естественном оседании пыли на стеклянные пластинки с последующим расчетом массы пыли на 1 м² поверхности;

- *электростатический* – заключается в создании поля высокого напряжения, в котором пылевые частицы электризуются и притягиваются к электродам;

- *фотометрический* – пылевые частицы регистрируются с помощью сильного бокового света;

- *радиоизотопный* – основан на определении массы задержанной фильтром пыли по степени ослабления потока β-частиц, прошедших через фильтр до его запыления и после.

В настоящее время производятся современные приборы для прямого измерения массовой концентрации аэрозольных частиц, например, «Аэрокон», радиоизотопный измеритель концентрации пыли ИКАР-ФБ-01 и др.

6.6. Мероприятия по обеспечению нормативных санитарно-гигиенических условий труда

Мероприятия по предупреждению производственных отравлений и профессиональных заболеваний предусмотрены различными действующими ТНПА. Например, требования к организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию установлены ГОСТ 12.2.003, 12.3.002, СанПиН 8-16-2002, Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к условиям труда работников и содержанию производственных предприятий» – 2010, «Гигиенические требования к организации технологических процессов и производственному оборудованию» - 2010 и многими другими документами.

Для обеспечения необходимого качества воздуха в рабочей зоне производственных помещений при разработке и организации технологических про-

цессов и конструировании оборудования требуется выполнение ряда инженерно-технических, санитарно-технических, организационно-технических и других мероприятий.

К инженерно-техническим мероприятиям относятся:

- рационализация технологических процессов, устраняющая образование пыли, паров и газов или удаляющая вредные вещества из технологического процесса;

- замена вредных веществ безвредными или менее вредными;

- замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;

- обеспечение непрерывности технологических процессов;

- использование гидро- и пневмотранспорта при транспортировке вредных и пылящих материалов;

- применение различных способов пылеподавления (смачивание, гранулирование, брикетирование и т.д.);

- максимальная комплексная механизация и автоматизация технологических процессов с применением дистанционного управления;

- автоблокировка технологического оборудования и санитарно-технических устройств;

- замена пламенного нагрева электрическим и преимущественное использование газообразного топлива;

- герметизация промышленного оборудования;

- тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, материалопроводов, воздухопроводов, защита рабочих мест от конвекционной и лучистой теплоты;

- рациональная организация рабочих мест в соответствии с тяжестью и напряженностью труда;

- расположение органов управления в пределах зоны моторного поля и обеспечение оптимального положения тела работающего;

- использование газоанализаторов и газосигнализаторов, связанных с автоматической системой защиты (автоблокировка, аварийная вентиляция и др.);

- сокращение водопотребления и водоотведения, широкое использование оборотного и повторного водоснабжения;

- улавливание и нейтрализация промышленных выбросов.

Доставка сырья и материалов на предприятия должна осуществляться способами, максимально устраняющими ручные операции, исключая опасность травматизма и физического перенапряжения, а также непосредственный контакт работников с вредными веществами. При всех транспортных и перегрузочных операциях следует предусматривать меры предотвращающие загрязнение воздуха рабочей зоны территории предприятия, а также кожных покровов и одежды работающих.

Вредные порошкообразные вещества с величиной ПДК в воздухе рабочей зоны ниже 10 мг/м^3 должны подаваться в производство системой вакуум-пневмотранспорта.

В исключительных случаях при организации транспортировки высокотоксических веществ иными способами должны предусматриваться меры, предотвращающие выделение их в производственные помещения и контакт работающих с этим продуктом.

Жидкие вредные вещества (кислоты, щелочи, бензин, растворители и др.), используемые в количестве более 400 кг за рабочую смену, должны подаваться со складов в цехи по трубопроводам из стойких, неразрушающихся материалов с надежным соединением фланцев и арматуры, исключающим просачивание продуктов через неплотности в оборудовании.

К организационно-техническим мероприятиям относятся:

- гигиеническая стандартизация химического сырья и продукции, например ограничение содержания токсических веществ;
- организация систематического санитарно-химического контроля воздуха рабочей зоны;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обеспечение работающих;
- организация надежной вентиляции производственных и бытовых помещений.

6.7. Вентиляция производственных помещений

6.7.1. Естественная вентиляция

Вентиляция производственных помещений имеет важное значение для профилактики профессиональных заболеваний и нормализации воздушной среды

Вентиляция - это комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в помещениях. В соответствии с СНБ 4.02.01-03 под вентиляцией понимают обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых параметров микроклимата и чистоты воздуха.

Основной задачей вентиляции является удаление из рабочей зоны загрязненного, увлажненного или перегретого воздуха и подача взамен его воздуха соответствующего качества, иными словами, организация воздухообмена в помещении.

Воздухообменом называется количество вентиляционного воздуха, необходимое для обеспечения соответствия санитарно-гигиенических условий труда требованиям ГОСТ 12.1.005, СНБ 4.02.01-03 и др. Необходимый воздухообмен является исходной величиной для расчета системы вентиляции (подбор вентиляционного оборудования, расчет сечения воздухопроводов и т.д.).

В зависимости от способа перемещения воздуха в помещении вентиляция подразделяется на естественную и искусственную (механическую).

Естественная вентиляция осуществляется за счет разности температуры воздуха в помещении и снаружи (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественное движение воздуха в помещении происходит вследствие

разности его плотностей снаружи и внутри помещения (тепловое давление) или разности давления наружного воздуха с наветренной и заветренной сторон здания (ветровое давление) (рис. 6.1).

Величина давления или разрежения в помещении зависит от скорости ветра. Обычно при обдуве здания ветром в помещении создается повышенное давление воздуха с наветренной стороны, а пониженное – с заветренной, что приводит к дополнительной вытяжке воздуха из помещений. Однако при расчете естественной вентиляции учитывается только тепловое давление, поскольку сила ветра непостоянна.

Схема движения воздушных потоков при естественной вентиляции здания показана на рис. 6.2.

Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной. Вентиляция считается *организованной*, если направление воздушных потоков и воздухообмен в помещении организуются с помощью специальных устройств, в качестве которых используются вытяжные каналы в стенах, шахты, форточки, фрамуги оконных блоков, проемы в потолке, аэрационные фонари и т.п. Для обеспечения расчетного воздухообмена вентиляционные каналы и проемы в стенах, а также в кровле зданий (аэрационные фонари) оборудуются фрамугами, которые открываются и закрываются специальными приспособлениями с ручным или механическим приводом непосредственно с уровня отметки пола помещения. Манипулируя фрамугами, можно регулировать воздухообмен при изменении наружной температуры воздуха или скорости ветра. Площадь вентиляционных проемов и фонарей рассчитывают в зависимости от необходимого воздухообмена.

Систему естественного организованного воздухообмена в помещении называют *аэрацией*. Ее, как правило, применяют в помещениях со значительными выделениями теплоты.

Для использования ветрового давления, а также удаления небольших объемов воздуха применяют дефлекторы – специальные насадки, устанавливаемые на вытяжных воздуховодах или шахтах. Их также используют и для организации местной вентиляции.

Наибольшее распространение для создания воздухообмена в помещении получили *дефлекторы* типа ЦАГИ (рис. 6.3).

Принцип действия дефлектора заключается в том, что поток ветра, ударяясь о дефлектор и, обтекая его, создает вокруг большей части его периметра разрежение, обеспечивающее подсос воздуха из канала. Эффективность работы дефлектора зависит от скорости ветра и высоты установки этого устройства над коньком крыши.

Расчет дефлектора сводится к определению диаметра его подводящего патрубка. Ориентировочно диаметр патрубка d дефлектора типа ЦАГИ можно рассчитать по формуле

$$d = 0,0188 \sqrt{L/V_v},$$

где L – объем вентиляционного воздуха, м³/ч; V_v – скорость воздуха в патрубке, м/с.

Скорость движения воздуха в патрубке рассчитывается в зависимости от скорости ветра и сопротивления вентиляционной сети. Она составляет примерно 0,2...0,4 скорости ветра, т.е. $V_B = (0,2 \dots 0,4)V_{\text{ветр}}$. Если дефлектор установлен без вытяжной трубы непосредственно в перекрытии, то скорость воздуха несколько больше – $V_B = 0,5 V_{\text{ветр}}$.

Основным достоинством аэрации является возможность создания интенсивного воздухообмена в помещении при низких энергозатратах, а также относительная простота ее устройства и обслуживания.

К недостаткам аэрации следует отнести невозможность предварительной подготовки воздуха (очистка, нагрев и увлажнение), а также очистки удаляемого из помещения воздуха.

При *неорганизованной* естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплого воздуха наружным через неплотности и поры наружных ограждений зданий (инфильтрация), а также через форточки, окна, двери, открываемые без всякой системы.

Естественную вентиляцию через открывающиеся окна и проемы допускается устраивать в помещениях без выделения вредных веществ и веществ с резко выраженным неприятным запахом с объемом на каждого работающего 40 м³ и более.

6.7.2. Искусственная общеобменная вентиляция

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. Она предназначена для обеспечения в рабочих помещениях оптимальных или допустимых микроклиматических условий и снижения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до ПДК. При механической вентиляции воздухообмен в помещении осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами.

Чаще всего на производстве используют *смешанную вентиляцию* (естественную в сочетании с механической).

По степени охвата помещения или по месту действия системы вентиляции делятся на *общеобменные* и *местные (локальные)*.

По способу организации воздухообмена в помещении механическая общеобменная вентиляция может быть выполнена в виде приточной, вытяжной или приточно-вытяжной (рис. 6.4).

В системе *приточной вентиляции* воздух с помощью вентилятора подается в помещение организованно, повышая в нем давление, а уходит неорганизованно, вытесняясь через щели, проемы окон и дверей в соседние помещения или наружу. Количество подаваемого воздуха можно регулировать клапанами или заслонками, устанавливаемыми на вентиляционных каналах.

При *вытяжной вентиляции* воздух организованно удаляется вентиляторами через сеть воздухопроводов из помещения, в котором вследствие этого снижается давление. Взамен загрязненного в вентилируемое помещение подсасывается воздух из соседних помещений и снаружи через открытые проемы окон, двери, ворота или неплотности ограждающих конструкций.

В системе *приточно-вытяжной вентиляции* воздух организованно подается и удаляется в вентилируемом помещении через отдельные воздуховоды. В зависимости от соотношения расходов удаляемого и подаваемого воздуха, давление в помещении может снижаться или повышаться (отрицательный или положительный баланс).

Общеобменную вентиляцию устраивают, если:

- в производственное помещение попадают вредные выделения вследствие невозможности полной герметизации производственного оборудования;
- отсутствуют строго фиксированные источники вредных выделений;
- работа местных отсосов является недостаточно эффективной.

Общеобменная вентиляция обеспечивает необходимые параметры микроклимата и снижение концентрации вредных веществ до допустимых значений во всем объеме производственного помещения.

Различают четыре основные схемы организации воздухообмена в помещении при общеобменной вентиляции: сверху вниз, сверху вверх, снизу вверх и снизу вниз. Кроме того, возможны различные комбинации из этих схем.

При устройстве общеобменной вентиляции исходной величиной для определения воздухообмена является количество вредных выделений в виде теплоты, влаги, пыли, газов, которое обычно устанавливают на основании материального или теплового балансов, а также на основе экспериментальных или расчетных данных.

Воздухообмен L , м³/ч, из условия разбавления вредных веществ (пыль, газы, пары) до допустимых концентраций определяется по формуле

$$L = \frac{G}{K_p (ПДК - C_0)},$$

где G - количество выделяющихся вредных веществ, мг/ч; ПДК_{рз} и C_0 - соответственно ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны и концентрация этого же вещества в приточном воздухе, мг/м³; K_p – безразмерный коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха в помещении.

При одновременном содержании в воздухе нескольких вредных веществ однонаправленного действия расчет общеобменной вентиляции следует производить путем суммирования объемов воздуха, необходимого для разбавления каждого вещества в отдельности до ПДК.

При выделении избыточной теплоты в помещении воздухообмен L , (м³/ч) для поддержания нормальной температуры определяется из выражения

$$L = \frac{Q_{изб}}{C_v \cdot \rho (t_{yx} - t_{пр})},$$

где $Q_{изб}$ – избыточная теплота, кДж/ч; C_v - соответственно удельная теплоемкость, кДж/кг·К, ρ - плотность воздуха, кг/м³; t_{yx} и $t_{пр}$ - температура соответственно уходящего и приточного воздуха, К.

При наличии в помещении избытка влаги количество вентиляционного воздуха L , м³/ч, рассчитывают по формуле

$$L = \frac{G_{\text{вл}}}{(d_1 - d_2) \rho},$$

где $G_{\text{вл}}$ – количество выделяющейся в помещении влаги, г/ч; d_1 и d_2 – соответственно влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения, и приточного сухого воздуха, г/кг; ρ – плотность приточного воздуха, кг/м³.

Под *кратностью воздухообмена* K понимают отношение объема вентиляционного воздуха к внутреннему свободному объему помещения (1/ч):

$$K = L/V_{\text{п}}.$$

При определении количества вентиляционного воздуха в помещениях с одновременным выделением вредных веществ, теплоты и влаги следует принимать большее из рассчитанных значений для каждого вида производственной вредности.

Обозначаются системы вентиляции следующим образом.

Номер системы вентиляции состоит из прописной буквы и арабской цифры: X_1X_2 , где X_1 – буквенное обозначение вида системы вентиляции (В, ВЕ, П, А, У); X_2 – цифровое обозначение номера системы.

Пример:

П1 – первая приточная система вентиляции;

В4 – четвертая вытяжная система вентиляции;

ВЕ1 – первая вытяжная естественная вентиляция;

А3 – третья система аспирации;

У5 – пятая тепловая завеса.

Нумерация для каждого вида системы вентиляции производится независимо друг от друга (В1, В2, В3...; П1, П2...).

6.7.3. Местная вентиляция

Местная вентиляция предназначена для обеспечения санитарно-гигиенических условий труда непосредственно на рабочем месте, она может быть вытяжной и приточной.

Местная вытяжная вентиляция – система, при которой вытяжные устройства в виде зонтов, укрытий и других приспособлений размещаются непосредственно у мест выделения вредных веществ и предназначены для их улавливания и удаления. Это наиболее эффективный и дешевый способ, обеспечивающий удаление максимального количества вредных веществ при минимальном объеме удаляемого воздуха.

Гигиеническое значение местной вентиляции заключается в том, что она полностью исключает или сокращает проникновение вредных выделений в зону дыхания работающих. Экономическое значение ее состоит в том, что вредные вещества отводятся в больших концентрациях, чем при общеобменной вентиляции, а, следовательно, сокращаются воздухообмен и затраты на подготовку и очистку воздуха.

Различают три вида местных укрытий: полностью закрывающие источник выделения вредных веществ; находящиеся вне источника выделения (открытые отсосы); передувки (рис. 6.5).

Укрытия, полностью закрывающие источник выделения вредных веществ, наиболее эффективны, но не всегда применимы по условиям технологии. В качестве устройств местной вентиляции можно использовать *капсулирование* (оборудование полностью заключают в кожух, капсулу), *аспирацию* (вредные выделения удаляют из внутренних объемов технологического оборудования), вытяжные зонты, вытяжные шкафы, всасывающие панели, витринные, фасонные и бортовые отсосы и др.

Наиболее часто на производстве используют местные отсосы (рис. 6.6). Конструкция местного отсоса должна обеспечивать максимальное удаление вредных веществ с минимальным расходом воздуха. В то же время она не должна загромождать помещения и затруднять работу обслуживающего персонала.

Вытяжные зонты представляют собой простые и наиболее распространенные местные отсосы. Их устанавливают для локализации вредных выделений, имеющих тенденцию подниматься вверх, например, при выделениях теплоты или вредных веществ, которые легче окружающего воздуха при незначительной его подвижности в помещении. Зонты могут быть как с естественной, так и с механической вытяжкой.

Зонт над источником вредных выделений располагают на высоте 1,6–1,8 м над полом. Наилучшие условия для равномерного удаления вредных выделений создаются, если угол раскрытия зонта не менее 60°. Лишь при малой высоте помещения допускается увеличение угла до 90°. В современном технологическом оборудовании отсосы предусматриваются в самой его конструкции.

Количество воздуха, отсасываемого от оборудования, должно обеспечивать нормативное качество воздуха рабочей зоны и его ориентировочно можно определить по следующей формуле (м³/ч)

$$L = 3600 Fv,$$

где F – площадь открытых проемов, отверстий, неплотностей, через которые засасывается воздух, м², v – скорость воздуха в этих проемах, м/с.

Скорость всасывания зависит от типа вытяжного устройства и характера выделяющихся вредных веществ. Значение скорости воздуха при всасывании колеблется в следующих пределах:

0,15 ÷ 0,20 – при выделении нетоксичных веществ;

0,30 ÷ 0,50 – в том же случае, когда вредности могут выбиваться из-под укрытия импульсами;

0,50 ÷ 0,70 – при выделении токсических веществ;

0,70 ÷ 1,50 – при выделении ядовитых веществ;

1,00 ÷ 4,00 – если необходимо преодолеть инерцию частиц, движущихся с большими скоростями (пыль, капли краски и т. п.).

При естественной вытяжке объемный расход воздуха в тепловой струе, поднимающейся над источником, определяется по формуле

$$L = 0,65\sqrt{(QF^2H)},$$

где Q – количество конвективного тепла, Вт; F – площадь горизонтальной проекции поверхности источника тепловыделений, m^2 ; H – расстояние от источника тепловыделений до кромки зонта, м.

Вытяжные шкафы обеспечивают наибольшую локализацию вредных выделений при минимальном расходе воздуха. Они выпускаются разных модификаций (рис. 6.7). Шкафы с верхним отсосом (рис. 6.7 а) используются при значительных тепло- и влаговыведениях. Для проведения работ, связанных с выделением газов и паров тяжелее воздуха, можно применять шкафы с нижним отсосом (рис. 6.7 б, з). Удобен в работе вытяжной шкаф с комбинированным удалением воздуха (рис. 6.7 в). Портативный шкаф с горизонтальной «улиткой» и боковым отсосом воздуха (рис. 6.7 д) рекомендуется при работе с пылящими веществами, так как «улитка», создавая вращение воздуха, способствует осаждению крупных примесей и пыли.

Скорость движения воздуха в створе шкафа должна быть не менее 0,5-0,7 м/с при удалении паров и газов нетоксических и малотоксических веществ и 1,0-1,5 м/с при удалении сильнодействующих ядовитых веществ (пары ртути, свинца, цианистые соединения и т.п.).

Всасывающие панели рекомендуется устанавливать в качестве местных отсосов при работах, сопровождающихся выделением вредных газов и пыли. Благодаря наклонному расположению всасывающего отверстия поток загрязненного воздуха отклоняется от зоны дыхания работающего. Площадь эффективного сечения всасывающей панели должна составлять 23% от общей площади. Рекомендуется принимать следующие скорости движения воздуха в эффективном сечении панелей: для вредных паров и газов без пыли – 2-3,5 м/с, а в смеси с горячей дисперсной пылью – 3,5-4,5 м/с. Панель функционирует эффективно в том случае, если на 1 m^2 ее площади приходится 3300 $m^3/ч$ удаляемого воздуха.

Бортовые отсосы предусматривают в случаях, когда к соответствующим устройствам необходим доступ или подача изделий для обработки осуществляется с помощью грузоподъемных механизмов, т.е. пространство над поверхностью выделения вредных веществ должно быть свободным. Принцип действия бортовых отсосов, представляющих собой щелевидные воздухопроводы размером 40-100 мм, состоит в том, что засасываемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает за собой вредные выделения, не давая им распространиться по производственному помещению.

Бортовые отсосы устраивают у одного борта, если ширина ванны не превышает 0,7 м, или у двух противоположных бортов при ширине ванны 0,7 – 1,0 м (рис. 6.5 е, г). Бортовые отсосы применяются в травильных и гальванических ваннах, ваннах промывки и др.

При длительном времени пребывания изделий в ванне и при обслуживании ее с одной стороны, особенно на широких ваннах, устраивают бортовые отсосы с передувом (рис. 6.5, д), когда в узкую щель подается чистый воздух, а с противоположной стороны ванны он удаляется.

Расход воздуха, удаляемого одно - и двубортовыми отсосами без поддува, определяют по формуле

$$L = 1400 (0,53 B_p l / B_p l + H_p)^{1/3} B_p l K_1 K_{\Delta t} K_T,$$

где L – расход воздуха, удаляемого одно- и двубортовыми отсосами, м³/ч;
 B_p – расчетная ширина ванны, м – для двубортовых отсосов принимается равной расстоянию между кромками отсосов, для однобортовых – расстоянию между кромкой отсоса и бортом ванны; l – длина ванны, м; H_p – расчетное расстояние от зеркала электролита до оси щели для обычных отсосов, м; H_p – расчетное расстояние от зеркала электролита до щели для опрокинутых отсосов, м;
 K_1 – коэффициент учета конструкции отсоса, принимаемый равным: 1 – для двубортового отсоса без поддува; 1,8 – для однобортового отсоса без поддува;
 $K_{\Delta t}$ – коэффициент учета температуры электролита определяется по табл. 6.2;
 K_T – коэффициент учета токсичности выделяющихся с поверхности раствора в ванне вредных веществ, определяется в зависимости от вида обработки металла и находится в пределах 1,0.....2,0.

Таблица 6.2. Значение коэффициента $K_{\Delta t}$ в зависимости от разности температур и вида отсоса

Вид отсоса	Значения $K_{\Delta t}$ разности температур раствора и воздуха Δt , °C								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Без поддува	1,00	1,16	1,31	1,47	1,63	1,79	1,94	2,10	2,26
С поддувом	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24

Расход воздуха, удаляемого одно – и двубортовыми отсосами с поддувом, определяют по формуле

$$L = 1200 B_p^{3/2} l K_1 K_{\Delta t} K_T,$$

где B_p – расчетная ширина ванны, м, для двубортовых отсосов принимается равной расстоянию между кромками отсосов, для однобортовых – расстоянию между кромкой отсоса и осью воздухоподающей трубы; K_1 – коэффициент учета конструкции отсоса, принимаемый равным: 0,7 – для двубортового отсоса с поддувом, 1 – для однобортового отсоса с поддувом; K_T – коэффициент учета токсичности выделяющихся с поверхности раствора в ванне вредных веществ (для отсосов с поддувом во всех случаях принимают равным 1).

Расход воздуха на поддув можно рассчитать по формуле

$$L_n = 60 B_p l K_{\Delta t},$$

где L – расход воздуха на поддув, м³/ч.

В системе *местной приточной вентиляции* подача приточного воздуха производится непосредственно в зону нахождения рабочего, т.е. требуемое качество воздушной среды обеспечивается только в этой зоне.

Местная приточная вентиляция выполняется в виде воздушных душей, воздушных и тепловых завес. Воздушные души используются в горячих цехах или в случаях, когда достижение требуемых условий воздушной среды при по-

мощи общеобменной вентиляции связано с перемещением больших масс воздуха.

Воздушный душ представляет собой направленный на рабочего поток воздуха, действие которого основано на увеличении отдачи теплоты человеком при возрастании скорости обдувающего воздуха. Скорость обдува составляет от 1 до 3,5 м/с в зависимости от интенсивности теплового облучения. Воздух для обдува работающих предварительно может нагреваться или охлаждаться в зависимости от периода года и места его забора. Воздухораспределители для душирования рабочих мест оборудуются устройствами для регулирования расхода и направления струи в горизонтальной плоскости на угол до 180° и в вертикальной плоскости – на 30° .

Водовоздушные души применяют в тех случаях, когда температура воздуха на рабочем месте превышает 30°C .

Воздушные и воздушно-тепловые завесы служат для предупреждения проникновения холодного воздуха внутрь зданий при открывании наружных дверей или ворот. Они применяются в случаях, если наружные двери (ворота), ведущие в цехи, складские помещения, вестибюли, а также у технологических проемов отапливаемых зданий в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже -15°C (рис. 6.8).

Для создания воздушной завесы воздух подается в виде плоской струи на всю ширину и высоту дверей (ворот) из канала, находящегося снизу или с боков последних. Воздух для создания воздушных завес обычно забирается из помещения и подогревается так, чтобы при смешивании его с наружным воздухом температура смеси отличалась не более, чем на $2-5^\circ\text{C}$ от температуры воздуха в помещении.

Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше 50°C у наружных дверей и не выше 70°C у наружных ворот и проемов.

Воздух подается струей под углом $30 - 45^\circ$ по отношению к плоскости дверей (ворот).

Система, в которой сочетаются элементы общеобменной и местной вентиляции, называется *комбинированной системой вентиляции*. Такая система устраивается в тех случаях, когда все выделяющиеся вредные вещества невозможно удалить местными вытяжными устройствами.

Отопление, вентиляцию и кондиционирование следует проектировать, используя тепловые вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) воздуха, удаляемого системами общеобменной вентиляции, кондиционирования и местных отсосов, а также тепло- и хладоносителей технологических установок.

Аварийная вентиляция представляет собой, как правило, самостоятельную вентиляционную установку и применяется для обеспечения безопасности эксплуатации взрыво- и пожароопасных производств, а также производств, связанных с использованием вредных веществ. Ее устраивают в тех производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление больших количеств вредных или горючих газов, паров или аэрозолей.

Для аварийной вентиляции можно использовать:

- основные системы вытяжной общеобменной вентиляции с резервными вентиляторами, рассчитанными на аварийный расход воздуха;
- системы аварийной вытяжной вентиляции в дополнение к основным системам, если расход воздуха основных систем не полностью обеспечивает аварийный воздухообмен, с резервными вентиляторами для основных систем;
- только системы аварийной вытяжной вентиляции, если использование основных систем невозможно или нецелесообразно;
- только системы аварийной приточной вентиляции для одноэтажных зданий.

Для автоматического включения аварийную вентиляцию блокируют с автоматическими газоанализаторами, установленными либо на величину ПДК, либо на величину нижнего концентрационного предела распространения пламени для взрывоопасных смесей. Аварийная вентиляция устраивается только вытяжной для предотвращения перетока вредных или взрывоопасных веществ в соседние помещения. Кратность вытяжной вентиляции определяется отраслевыми правилами техники безопасности и производственной санитарии и может колебаться в широких пределах.

Если в ведомственных нормативных документах отсутствуют указания о величине воздухообмена аварийной вентиляции, то следует иметь в виду, что аварийная вентиляция вместе с постоянно действующей должны обеспечивать кратность воздухообмена в помещении не менее восьми. Такой воздухообмен рекомендован нормами и является минимальным.

Для перемещения воздуха используют различные типы *вентиляторов*, которые по принципу действия подразделяются на осевые и центробежные (рис. 6.9).

Достоинствами *осевых вентиляторов* являются простота конструкции и высокая производительность, которую можно быстро и легко регулировать поворотом лопаток. К недостаткам нужно отнести небольшую величину развиваемого давления и повышенный уровень шума.

Центробежные вентиляторы в зависимости от развиваемого ими давления делятся на вентиляторы:

- низкого давления – до 1000 Па;
- среднего давления – от 1000 до 3000 Па;
- высокого давления – от 3000 до 12 000 Па.

Для вентиляции производственных помещений в основном используют первые два типа вентиляторов (например, Ц4-76, Ц4-46 и др.). Вентиляторы изготавливаются различных типоразмеров, и каждый из них характеризуется номером, который соответствует диаметру рабочего колеса в дециметрах. Обычно рекомендуются следующие номера вентиляторов: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50. Например, вентилятор Ц4-76 № 8 имеет диаметр рабочего колеса 8 дм, или 0,8 м.

Для подбора вентилятора необходимо знать суммарные потери давления ΔP на всасывающем $\Delta P_{\text{вс}}$ и нагнетательном $\Delta P_{\text{наг}}$ воздуховодах:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{вс}} + \Delta P_{\text{наг}} = P_{\text{пол}},$$

где P – полное давление, развиваемое вентилятором.

Потери давления в воздуховодах обусловлены трением воздуха вследствие шероховатости воздуховодов ($P_{\text{тр}}$) и местными сопротивлениями (повороты, изменения сечения воздуховодов, шиберы, фильтры и т.п.).

При использовании центробежных вентиляторов расчет и подбор их проводят в следующем порядке:

- проектируют конфигурацию вентиляционной сети воздуховодов таким образом, чтобы она не мешала проведению технологического процесса, не загромождала производственное помещение, не снижала его инсоляцию и была бы наиболее короткой. При этом учитываются назначение и требования взрыво- и пожароопасности помещения, характер технологического процесса и используемого оборудования, санитарно-гигиенические требования и т.п;

- рассчитывают необходимый расход воздуха (воздухообмен) на отдельных участках вентиляционной сети и определяют поперечное сечение воздуховодов при допустимой скорости воздуха 6...10 м/с;

- по стандартным формулам и справочным данным рассчитывают потери давления наиболее протяженной магистрали;

- по каталогам или справочникам подбирают тип центробежного вентилятора и рассчитывают для него установочную мощность электродвигателя (кВт) по формуле

$$N = LPk/1000\eta_{\text{в}} \eta_{\text{п}} \eta_{\text{р}},$$

где L – производительность вентилятора, м³/с; P – полное давление вентилятора, Па; k – коэффициент запаса (1,05 ... 1,15); $\eta_{\text{в}}$ – коэффициент полезного действия вентилятора; $\eta_{\text{п}}$ – коэффициент полезного действия подшипников (0,96...0,97), зависит от их числа и типа; $\eta_{\text{р}}$ – коэффициент полезного действия привода (для плоскоременной передачи – 0,9, для клиноременной – 0,95, при размещении на валу – 1).

На основе этого расчета по справочникам выбирают необходимую марку электродвигателя, например, А2 (защищенное исполнение), АО2 (закрытое обдуваемое исполнение) и т. д.

Вентилятор подбирают по его производительности и развиваемому им полному давлению, исходя из аэродинамической характеристики, которая выражает связь между производительностью, давлением и к.п.д. при определенных предельных частотах вращения рабочего колеса.

При подборе типа и номера центробежного вентилятора следует учитывать, что вентилятор должен иметь высокое значение к.п.д. и относительно небольшую (минимальную) скорость вращения рабочего колеса, что позволило бы соединить напрямую его вал с валом электродвигателя.

Проектирование вентиляционных систем и установок проводится, как правило, специализированными проектными организациями, Проект состоит из двух частей: расчетной и графической. В расчетной части приводятся обоснования принятых проектных решений. Графическая часть должна быть разрабо-

тана настолько детально, чтобы в последующем при закупке оборудования и материалов, а также в процессе монтажа установок никаких неясностей не возникло.

После завершения монтажа проводятся испытания и наладка вентиляционных систем на проектный режим и санитарно-гигиеническую эффективность.

На каждую вентиляционную установку составляется паспорт, в который вносятся краткая характеристика установки, ее назначение, обслуживаемые помещения, номер, технические данные с характеристикой вентиляторов, электродвигателей, воздухонагревательных, пылеочистных устройств, данные о контрольных и измерительных приборах, результаты испытаний и наладок, схема установки.

Кроме того, на каждую вентиляционную установку должна быть составлена специальная инструкция по ее эксплуатации, в которой указывается время и порядок пуска и выключения установки, положение регулирующих устройств (клапанов, задвижек), порядок очистки и осмотров установки, ее обслуживание, порядок действия при авариях и т.п.

Во взрывоопасных помещениях для удаления газов, паров и аэрозолей вентиляторы необходимо подбирать в соответствующем взрывозащищенном исполнении: рабочее колесо и корпус должны быть выполнены из материалов, исключающих образование искр, или должны быть покрыты специальным изоляционным материалом. Электродвигатели также должны быть во взрывозащищенном исполнении.

При наличии в удаляемых выбросах агрессивных сред, способных взрываться не только от удара, но и от трения, а также взрывоопасных газов или паров, используют *эжекторную вентиляцию*, при которой транспортируемая среда не соприкасается с рабочим колесом вентилятора (рис. 6.10).

Принцип работы эжектора заключается в том, что воздух в него нагнетается вентилятором высокого давления или компрессором, установленным за пределами вентилируемого помещения. Удаление загрязненного воздуха из вентилируемого помещения обеспечивается посредством разрежения, создаваемого в камере эжектора. Недостатками эжекторов являются низкий КПД (не выше 25%) и высокий уровень аэродинамического шума.

6.7.4. Очистка, обезвреживание, обеззараживание и дезодорация вентиляционных выбросов

В настоящее время в целом по промышленности улавливается около 90% пыли, образующейся на различных стадиях производства, и только 10% различных аэрозолей выбрасывается в атмосферный воздух. Такого нельзя сказать о газо- и парообразных примесях вредных веществ, содержащихся в газовоздушных выбросах промышленного производства. Несмотря на то, что эти примеси представляют собой большую опасность для окружающей среды, их улавливается или обезвреживается только около 10%, а более 90% вредных газов и паров поступает в воздушный бассейн.

Для успешного решения проблемы защиты атмосферного воздуха от вредных примесей важно правильно усвоить определения основных понятий в этой области.

Очистка - удаление (выделение, улавливание) примесей из различных сред.

Обезвреживание - обработка примесей до безвредного для людей, животных, растений и в целом для окружающей среды состояния.

Обеззараживание - инактивация (деактивация) микроорганизмов различных видов, находящихся в газовой воздушной среде, жидких и твердых средах.

Дезодорация - обработка одорантов (веществ, обладающих запахом), содержащихся в воздухе, воде или твердых средах, с целью устранения или снижения интенсивности запахов.

При организации любого производства, и в особенности, мало- или безотходного, необходимой стадией является промышленная и санитарная очистка газовой воздушной среды выбросов.

Промышленная очистка - это очистка газа с целью последующей утилизации или возврата в производство отделенного от газа или превращенного в безвредное состояние продукта.

Этот вид очистки является одной из необходимых стадий технологического процесса, при этом технологическое оборудование связано друг с другом материальными потоками с соответствующей обвязкой аппаратов. В качестве пылегазоулавливающего оборудования могут использоваться разгрузочные циклоны, пылесадительные камеры, фильтры, адсорберы, скрубберы и т.д.

Санитарная очистка - это очистка газа от остаточного содержания в нем загрязняющего вещества, при которой обеспечивается соблюдение ПДК в воздухе населенных мест или производственных помещений.

Санитарная очистка газовой воздушной среды производится перед поступлением отходящих газов в атмосферный воздух и именно на этой стадии необходимо предусматривать возможность отбора проб газов с целью контроля их на содержание вредных примесей.

В соответствии с СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» для вентиляционных источников с расходом пылегазовоздушной смеси более $10 \text{ м}^3/\text{с}$ концентрация пыли не должна превышать $50 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Выбор метода очистки отходящих газов зависит от конкретных условий производства и определяется рядом основных факторов, а именно:

- расходом и температурой отходящих газов;
- агрегатным состоянием и физико-химическими свойствами примесей;
- составом и концентрацией примесей;
- необходимостью рекуперации или возвращения их в технологический процесс;
- капитальными и эксплуатационными затратами;
- экологической обстановкой в регионе.

Газоочистная установка (ГОУ) - это сооружение или устройство, предназначенные для улавливания, нейтрализации, подавления, обезвреживания (физическими, химическими, биологическими и другими методами) из отходя-

щих газов или вентиляционного воздуха (далее газ) содержащихся в них загрязняющих веществ, с целью предотвращения загрязнения атмосферного воздуха и состоящие из одного или нескольких аппаратов очистки газа, вспомогательного оборудования и коммуникаций.

В зависимости от агрегатного состояния улавливаемого или обезвреживаемого вещества установки подразделяются на газоочистные и пылеулавливающие.

Аппарат очистки газа - составная часть ГОУ, в котором непосредственно осуществляется избирательный процесс улавливания из потока газа загрязняющих веществ или их обезвреживание.

По принципу действия аппараты очистки газа подразделяются на семь групп:

♦ С – аппараты сухой механической очистки газа от пыли, твердых частиц, принцип работы которых основан на осаждении частиц за счет силы тяжести, центробежной силы, изменения скорости потока газа (гравитационные, сухие инерционные и ротационные);

♦ М – аппараты мокрой очистки газа от твердых частиц, а также жидких и газообразных загрязняющих веществ (инерционные, конденсационные), скрубберы (механические, ударно-инерционные, полые, насадочные, центробежные), скрубберы Вентури и т.п.;

♦ Ф – аппараты и устройства фильтрующего типа - промышленные фильтры (рукавные, волокнистые, карманные, зернистые), с регенерацией (импульсной обратной продувкой, ультразвуком, с механическим и вибровстряхиванием и т.п.);

♦ Э - электрические пылеуловители (сухие, мокрые электрофильтры и др.);

♦ Х - аппараты сорбционной (химической) очистки газа от газообразных примесей (адсорберы, абсорберы и т.п.);

♦ Т - аппараты термического, термokatалитического и каталитического способов обезвреживания газообразных примесей (печи сжигания, каталитические реакторы);

♦ Д - аппараты других методов очистки газа (биологические фильтры, акустические пылеуловители и др.).

Устройство и принципы работы классических ГОУ достаточно подробно рассмотрены в ранее изданном учебном пособии [4]).

В последние десятилетия проводятся работы по совершенствованию существующих ГОУ, созданию принципиально новых установок, а также комплексных систем очистки, обезвреживания и обеззараживания газовоздушных выбросов с использованием фотокатализаторов, активированных углей, озона, ультрафиолетового излучения, низкотемпературной плазмы, ионитов и других современных средств.

Основной величиной, характеризующей работу ГОУ в промышленных условиях, является *степень очистки*, которую определяют по одному из следующих соотношений:

$$\eta = M_2/M_1 = (M_1 - M_3)/M_1 = M_2/(M_2 + M_3) = (C_{\text{вх}} Q_1 - C_{\text{вых}} Q_3)/C_{\text{вх}} Q$$

где M_1 , M_2 , M_3 - масса примесей, содержащихся в газе до поступления в аппарат, уловленных в аппарате и содержащихся в очищенном потоке, соответственно, кг; $C_{\text{вых}}$ и $C_{\text{вх}}$ - средние концентрации примесей в отходящих газах до и после очистки, соответственно, г/м³; Q_1 и Q_3 - объемные расходы отходящих газов до и после очистки, приведенные к нормальным условиям, м³/ч.

Иногда для определения эффективности работы газоочистного оборудования применяют упрощенное выражение

$$\eta = 1 - (C_{\text{вых}}/C_{\text{вх}}),$$

справедливое только при условии одинаковых объемных расходов газового потока до и после очистки.

Кроме того, газоочистное оборудование характеризуется значениями объемного расхода очищаемого газа, аэродинамического сопротивления, технологическими условиями очистки (температура, влажность газового потока, дисперсность и плотность пыли, способность ее к коагуляции и гидратации, заряд частиц пыли, физико-химические свойства примесей, пожаро- и взрывоопасность, и т.д.), металло- и энергоемкостью, расходом орошающей жидкости, себестоимостью очистки 100 м³ газа и др.

Основные требования к эксплуатации газоочистного оборудования установлены Правилами эксплуатации газоочистных установок, утв. Минприроды 14.05.2007 г. №60 и заключаются в следующем:

- надежная, бесперебойная работа с показателями, соответствующими проектным;
- все установки очистки газа должны быть зарегистрированы в органах Минприроды РБ, иметь паспорт, инструкцию по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, а также журнал учета работы и неисправностей;
- установки должны подвергаться инструментальной проверке на эффективность после строительства, капитального ремонта или реконструкции установки, замене сырья, топлива или материалов, а также периодически не реже одного раза в год с оформлением соответствующего акта. Установки, предназначенные для очистки выбросов загрязняющих веществ 1 класса опасности, проверяют на эффективность не реже 2 раз в год. В случае, если ГОУ эксплуатируется менее 500 часов в год и не предназначена для очистки газа от загрязняющих веществ 1-го и 2-го классов опасности, контроль проводится не реже одного раза в два года;
- эксплуатация технологического оборудования при отключенных ГОУ запрещается;
- увеличение производительности технологического оборудования без соответствующего наращивания мощности существующих ГОУ не разрешается;
- при эксплуатации ГОУ, предназначенных для очистки газов с высоким содержанием горючих, взрывоопасных, агрессивных, абразивных веществ, следует строго соблюдать правила эксплуатации и следить за герметичностью оборудования и исправностью всех его систем и устройств.

Выбросы вентиляционного воздуха в атмосферу от систем местных отсосов следует размещать на высоте не менее 2 м над кровлей более высокой части здания, если расстояние до ее выступа менее 10 м. Выбросы из системы аварийной вентиляции необходимо размещать на высоте не менее 3 м от земли до нижнего края отверстия. Системы вытяжной вентиляции проектируются отдельными, если в одной из труб или шахт возможно отложение горючих веществ или при смешении выбросов возможно образование взрывоопасных смесей.

Концентрация вредных веществ в атмосфере от вентиляционных выбросов производственных объектов не должна превышать их ПДК в атмосферном воздухе с учетом их фоновое содержание по данным Белгидромета.

Для обеспечения безопасной и надежной работы ГОУ на предприятии приказом руководителя назначается должностное лицо, ответственное за его эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт.

6.8. Средства защиты работающих от воздействия вредных веществ

6.8.1. Коллективные и индивидуальные средства

В соответствии с ГОСТ 12.0.002 *средства защиты работающих* – это средства, применение которых предотвращает или уменьшает воздействие на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов.

Средства защиты делятся на коллективные и индивидуальные.

Коллективные средства – это средства защиты, конструктивно и (или) функционально связанные с производственным оборудованием, производственным процессом, производственным помещением (зданием) или производственной площадкой. Они обеспечивают защиту всех работающих на участке и предусматривают: нормализацию воздушной среды производственных помещений и рабочих мест посредством функционирования систем вентиляции, очистки и кондиционирования воздуха; локализации воздействия вредных факторов; защиты от воздействия химических факторов; оградительных и герметизирующих устройств, средств автоматического контроля и сигнализации и др.

К коллективным средствам защиты от воздействия вредных веществ относятся: механизация и автоматизация производственных процессов, использование роботов и манипуляторов, общеобменной вентиляции, систем кондиционирования воздуха, дистанционного управления оборудованием, установление размеров опасной зоны и т. п.

Как правило, выбор средств коллективной защиты осуществляется на стадии конструирования оборудования и проектирования производств и предприятий.

Индивидуальные средства защиты представляют собой средства, надеваемые на тело человека или его части или используемые им, т.е. средства, применяемые лично самим рабочим для предотвращения или уменьшения воздействия на него опасных и вредных производственных факторов.

В соответствии с действующим законодательством работающие должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты независимо от отрасли экономики относятся, вида работ, а также формы собственности работодателя. Выдаваемые средства индивидуальной защиты должны соответствовать характеру, условиям труда и обеспечивать безопасность работающих.

Средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.011 подразделяются на следующие виды:

- изолирующие костюмы (пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры);
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски);
- специальная одежда (комбинезоны и полукомбинезоны, куртки, костюмы, халаты, плащи, полушубки, тулупы и др.);
- специальная обувь (сапоги, ботинки, полуботинки и др.);
- средства защиты рук (рукавицы, перчатки);
- средства защиты головы (каска, шлемы, шляпы и др.);
- средства защиты лица (защитные маски, щитки);
- средства защиты органов слуха (противошумные шлемы, наушники, вкладыши);
- средства защиты глаз (защитные очки);
- предохранительные приспособления (предохранительные пояса, ручные захваты, манипуляторы и др.);
- защитные дерматологические средства (пасты, мази, кремы).

По ГОСТ 12.4.103 спецодежда подразделяется на группы для защиты от: механических воздействий (Ми, Мп); повышенных температур (Тв, Ти, То, Тр); пониженных температур (Т); радиоактивных веществ и рентгеновских излучений (Р, И); электрического тока, электростатических зарядов, электрических и электромагнитных полей (Эс, Эп, Эм); пыли (Пн, Пс); токсичных веществ (Яж, Ят); воды и растворов нетоксических веществ (Вн, Вп, Ву); растворов кислот (Кк, Кс, Кн); щелочей (Щк, Щс, Щн); органических растворителей (Оа, Он); нефти, нефтепродуктов, масел и жиров (Нс, Н, Нм, Нж); общих производственных загрязнений и вредных биологических факторов (Бн). В скобках указана маркировка спецодежды, показывающая от какого опасного и (или) вредного производственного фактора защищает данный вид спецодежды. При этом заглавная буква указывает основную принадлежность спецодежды, например, М – от механических воздействий, вторая буква дает уточняющие сведения (и от истирания, проколов).

Для защиты головы от механических травм, а также от поражения электрическим током применяют различного рода каски с амортизаторами (текстолитовые, пластмассовые, винипластовые, стеклопластиковые и др.). Качество касок определяется максимальной ударной прочностью и минимальной массой, которая лежит в пределах $0,390 \div 0,470$ кг. Каски выдерживают вертикальную ударную нагрузку энергией от 45 до 80 Дж. Кроме касок могут использоваться войлочные шляпы, шляпы из прорезиненной ткани, косынки, береты и т. п.

Защитные дерматологические средства, к которым относятся мази, пасты, кремы, очистители, являются эффективными препаратами для защиты работающих от вредных веществ. Основное назначение их состоит в создании достаточно надежного барьера между кожей и воздействующими на нее различными производственными раздражителями. Защитные дерматологические средства представляют собой дисперсные системы мягкой консистенции, содержащие разнообразные продукты природного и искусственного происхождения.

Работающие, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением или в неблагоприятных температурных условиях бесплатно обеспечиваются смывающими и обезвреживающими средствами из расчета на одного человека:

- мыло или аналогичные по действию смывающие средства – не менее 400 г в месяц;

- дерматологические средства (пасты, мази, кремы, гели и т.п.) – не менее 5 г для разового нанесения на кожные покровы.

Очищающие средства применяются при сильных трудносмываемых загрязнениях (масла, смазки, нефтепродукты, лаки, краски, смолы, клея, битумы, силикон и т.п.) в дополнение к мылу. Защищающие кожу средства наносятся на чистую поверхность кожи до начала работы, после перерыва для отдыха и питания, в других случаях, обусловленных организацией труда. Восстанавливающие средства применяются после окончания работы.

Работодатель должен компенсировать работающим расходы на приобретение необходимых смывающих и обезвреживающих средств по установленным нормам, если они вынуждены приобретать их за свой счет.

СИЗ выдаются в соответствии с Инструкцией о порядке обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, утвержденной постановлением МТиСЗ РБ 30.12.2008 г. №209, а также с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам определенной отрасли или Типовыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам общих профессий и должностей для всех отраслей экономики, утвержденных постановлением МТ и СЗ 22.09.2006г. №110.

Указанные нормы являются обязательными для работодателей всех форм собственности.

Вопросы обеспечения работников средствами защиты отражаются в коллективном договоре (соглашении), в котором детально указывается, кому и на какие сроки выдаются определенные средства защиты. Сроки носки средств индивидуальной защиты могут быть продлены работодателем, если фактическое их использование не было постоянным и характеристика защитных свойств отвечает сертификату соответствия или техническим условиям завода-изготовителя.

Нормы и порядок обеспечения работников смывающими и обезвреживающими средствами установлен одноименным постановлением МТиСЗ РБ 30.12.2008г. № 208. При невозможности централизованных закупок готовых

форм дерматологических средств их можно приготовить на месте по разработанной рецептуре (табл. 6.3).

Кроме дерматологических средств, для *защиты рук* используют рукавицы и перчатки, маркировка которых аналогична спецодежде. Они изготавливаются из различных материалов и имеют разнообразную конструкцию (перчатки защитные кольчужные, вачеги, «краги», рукавицы с вкладышами и т.п.).

Для *защиты глаз* используют защитные очки, щитки и маски. Защитные очки могут быть открытыми, закрытыми с прямой и непрямой вентиляцией, со светофильтрами, поглощающими ультрафиолетовые и инфракрасные лучи и т.д.

Таблица 6.3. Рецептура состава защитных паст и мыла для рук

Компоненты	Наименование паст и мыла, их состав, %			
	ИЭР-1	Биологические перчатки	ПМ-1	Мыло МДМ
Глицерин	10,0	19,7	12,6	5,0
Каолин	40,0	-	10,1	-
Крахмал (картофельный)	-	-	14,1	-
Казеин	-	19,7	-	-
Желатин	-	-	2,0	-
Тальк	-	-	8,1	-
Спирт этиловый 90%-ный (гидролизный)	-	58,7	2,7	5,0
Аммиак (25%-ный)	-	1,9	-	-
Вазелиновое масло	-	-	7,5	-
Пемза в порошке	-	-	-	45,0
Вода	38,0	.	43,6	-
Салициловая кислота	-	-	0,3	-
Мыло жидкое	-	-	-	45,0

6.8.2. Средства индивидуальной защиты органов дыхания

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) следует применять в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

В соответствии с ГОСТ 12.4.034 СИЗОД по принципу действия подразделяют на фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, фильтрующие самоспасатели) наиболее просты, надежны и обеспечи-

вают работающему свободу передвижения. Но условия их использования ограничены.

Запрещается использовать фильтрующие средства защиты, если:

- содержание кислорода в воздухе менее 18%;
- в воздухе содержатся вещества, защита от которых не предусмотрена инструкцией по эксплуатации;
- концентрация вредных веществ в воздухе превышает максимальные значения, предусмотренные инструкцией по эксплуатации;
- в воздухе содержатся неизвестные вредные вещества, а также низкокипящие и плохо сорбирующиеся органические вещества, такие, как метан, этан, бутан, этилен, ацетилен и др.

Наиболее высокими защитными свойствами обладают *противогазы*, так как их лицевые части (типа маска или шлем-маска) обеспечивают защиту не только органов дыхания, но также лица и глаз. Они могут применяться при высоких концентрациях вредных веществ в воздухе в виде паров или газов (до 0,5-1% в зависимости от типа противогаза) и аэрозолей (с концентрациями в воздухе, превышающими ПДК до 10 тыс. раз).

Защитные свойства противогазов по парам и газам вредных веществ могут быть существенно повышены при их совместном использовании с дополнительными патронами.

В комплект *промышленного фильтрующего противогаза* входит резиновая лицевая часть (шлем-маска), фильтрующая клапанная коробка цилиндрической формы и в некоторых конструкциях гофрированная трубка. Для удобного ношения противогаза предусмотрена сумка.

Промышленные фильтрующие противогазы могут защищать органы дыхания человека от различных газов, паров и аэрозолей в зависимости от комплектации фильтрующих или фильтрующе-поглощающих коробок.

Поглощающие и фильтрующе-поглощающие коробки выпускаются различных марок в зависимости от веществ, для защиты от которых они предназначены (табл. 6.4).

Таблица 6.4. Перечень выпускаемых поглощающих и фильтрующе-поглощающих коробок

Марка коробки	Назначение
А	Для защиты от паров органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, анилин, галогенорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетраэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)
В	Для защиты от кислых газов и паров (сернистый ангидрид, хлор, сероводород, синильная кислота, хлористый водород, фосген, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)
Г	Для защиты от ртути и ртутьорганических соединений
Е	Для защиты от мышьяковистого и фосфористого водорода
ВР	Для защиты от кислых газов и паров, радионуклидов, в том числе радиоактивного йода и его соединений

И	Для защиты от радионуклидов, в том числе от органических соединений радиоактивного йода
К	Для защиты от аммиака
КД	Для защиты от аммиака и сероводорода
МКФ БКФ	Для защиты от кислых газов и паров, паров органических соединений, мышьяковистого и фосфористого водорода (но с меньшим временем защитного действия, чем коробки марок А и В)
Н	Для защиты от оксидов азота
СО	Для защиты от оксида углерода
М	Для защиты от оксида углерода в присутствии паров органических веществ, кислых газов, аммиака, мышьяковистого и фосфористого водорода
Б	Для защиты от бороводородов (диборан, пентаборан, этилпентаборан, диэтилдекарборан, декарборан) и их аэрозолей
ФОС	Для защиты от паро- и газообразных фторпроизводных непредельных углеводородов, фреонов и их смесей, фтор- и хлормономеров
ГФ	Для защиты от газообразного гексафторида урана, фтора, фтористого водорода, радиоактивных аэрозолей
УМ	Для защиты от паров и аэрозолей гептила, амила, самина, нитромеланжа, амидола
П-2У	Для защиты от паров карбониллов никеля и железа, оксида углерода и сопутствующих аэрозолей
С	Для защиты от оксидов азота и сернистого ангидрида

В зависимости от содержания вредных веществ в воздухе, его температуры, влажности, скорости потока время защитного действия противогазов различно и колеблется от 30 мин до 100 ч.

Запрещается использовать фильтрующие противогазы для проведения работ в емкостях, колодцах, коллекторах и других замкнутых объемах. Для таких работ необходимо использовать изолирующие шланговые противогазы.

Респираторы фильтрующие представляют собой облегченные средства защиты органов дыхания от вредных газов, паров и аэрозолей, за исключением высокотоксичных и неустойчивых в воздухе веществ. Респираторы обеспечивают более комфортные условия работы, чем противогазы, имеют меньшее сопротивление дыханию, оказывают меньшее механическое давление на голову. Однако защитные свойства их значительно ниже. Респираторы используют при концентрации свободного кислорода в воздухе не менее 18% и концентрации паро- и газообразных вредных веществ, не превышающих ПДК более чем в 10-100 раз, а аэрозолей – в 50-1000 раз.

Средства защиты органов дыхания выбирают в зависимости от вредных веществ (табл. 6.5).

По назначению фильтрующие респираторы подразделяются на противопылевые, противогазовые и универсальные.

Изолирующие средства защиты органов дыхания полностью изолируют человека от окружающей среды и, следовательно, обеспечивают нормальное дыхание практически независимо от содержания в воздухе кислорода и вредных веществ. Их можно использовать при недостаточном содержании кислоро-

да, неограниченном содержании вредных веществ, а также в тех случаях, когда неизвестен состав вредных веществ в воздухе. Изолирующие средства защиты обеспечивают подачу дыхательной смеси к органам дыхания из индивидуальных источников или пригодного для дыхания воздуха из чистой зоны.

Изолирующие средства защиты по конструкции подразделяются на шланговые и автономные. Последние, в свою очередь, в зависимости от источника дыхательной смеси выпускаются двух видов – с резервуаром под давлением и с химической регенерацией кислорода.

Таблица 6.5. Рекомендуемые типы и марки фильтрующих противогазов и респираторов для защиты от смесей вредных веществ

Смесь	Средства защиты
Пары органических веществ	Противогазы с коробками марки А. Респираторы РПГ-67, РУ-60М с патронами марки А. Облегченный противогаз ПФПМ с коробкой марки А
Пары органических веществ и кислые газы	Противогазы с коробками марок В, Е, БКФ. Респираторы РПГ-67 и РУ-60М с патронами марки В. Облегченный противогаз ПФПМ с коробкой марки В
Хлороформ, хлор, хлористый водород	Противогазы с коробками марок В с/ф, Е с/ф, БКФ
Бромистый метил и синильная кислота	Противогаз с коробкой марки В б/ф
Пары органических веществ и аммиак	Противогаз с коробкой марки КД. Респираторы РПГ-67 и РУ-60М с патронами марки КД. Облегченный противогаз ПФПМ с коробкой марки КД
Пары органических веществ и сероводород	Противогазы с коробками марок В и КД. Респираторы РПГ-67 и РУ-60М с патронами марок В и КД. Облегченный противогаз ПФПМ с коробкой марки КД
Пары органических веществ и пары ртути	Респираторы РПГ-67 и РУ-60М с патронами марки Г
Пары органических веществ, мышьяковистый водород, фосфористый водород, кислые газы	Противогазы с коробками марок БКФ и Е
Оксид углерода, кислые газы	Противогазы с коробками марок СО и М
Оксид углерода, кислые газы, аммиак	Противогаз с коробкой марки М
Оксид углерода в присутствии небольших количеств кислых газов (кроме хлора), мышьяковистого и фосфористого водорода, паров ртути, аммиака и смеси сероводорода с аммиаком	Противогаз с коробкой марки М
Пары ртути, хлор	Противогаз с коробкой марки Г с/ф

Примечание. Условные обозначения: с/ф - с фильтром, б/ф - без фильтра

Наиболее широко в хозяйственной деятельности применяются *шланговые противогазы* (рис.6.11). Они состоят из одной или двух шлем-масок 1 с гофрированными трубками 2, которые присоединяются к воздухоподающему шлангу

5. В состав противогаза входят сигнальная веревка 3 и спасательный пояс 4. Воздухоподающий шланг оснащается металлическим штырем 6 для его закрепления и фильтром для очистки воздуха 7. Кроме того, некоторые типы противогазов снабжаются воздуходувками с ручным или электрическим приводом и фильтрами для очистки подаваемого воздуха (табл. 6.6).

Шланговые противогазы рекомендуется использовать для работы внутри емкостей, цистерн, колодцев производственной канализации и других замкнутых объемов, в атмосфере которых могут присутствовать неизвестные вредные вещества, либо концентрация их может быть достаточно высокой, а также при недостатке свободного кислорода для дыхания. При проведении работ внутри емкости у работающего в шланговом противогазе должен быть дублер, который находится снаружи и держит сигнальную спасательную веревку. Дублер обязан следить за состоянием работающего в емкости, и если тот почувствует себя плохо или потеряет сознание, извлечь его из емкости и оказать помощь.

Таблица 6.6. Технические характеристики шланговых противогазов

Марка противогаза	Подача воздуха	Число работающих	Длина шланга, м	Масса, кг
ПШ-1Б	Самовсасыванием	1	10 (на барабане)	17
ПШ-1С	То же	1	10 (в сумке)	9,2
ПШ-1Б-20	»»	1	20 (на барабане)	-
ПШ-20РВ	Воздуходувка ручная	1	20	30
ПШ-40РВ	То же	1	40	40
ПШ-20РВ-2	Воздуходувка ручная и электрическая	2	2x20	41
ПШ-20ЭРВ	То же	1	20	28
ПШ-40ЭРВ	»»	1	40	42
ПП-20ЭРВ-2	»»	2	20x20	42
ПШ-20С	Самовсасыванием	1	20	16,2

Принцип работы шлангового противогаза основан на том, что работающий дышит через шлем-маску воздухом, который поступает по армированному резиноканевому шлангу, один конец которого вынесен в зону чистого воздуха на расстояние не более 40 м.

При использовании противогазов марок ПШ-1Б, ПШ-1С и ПШ-20С воздух всасывается непосредственно самим работающим через клапан шлем-маски и шланг из чистой зоны. При этом максимальная длина шланга составляет 20 м. Остальные марки противогазов (см. табл. 6.6) снабжаются воздуходувками с ручным или ручным и электроприводом.

К изолирующим средствам защиты органов дыхания относятся *кислородно-изолирующие противогазы* (КИП-7, КИП-8), которые в отличие от других приборов полностью изолируют органы дыхания человека от окружающей сре-

ды (рис. 6.12). Их можно использовать при недостатке свободного кислорода, больших концентрациях вредных веществ и неизвестном их составе в воздухе.

В кислородно-изолирующих противогазах выдыхаемый человеком диоксид углерода поглощается активной массой регенеративного патрона, а вдыхаемый воздух обогащается кислородом из баллона с редуктором. Эти приборы рассчитаны на работу в течение 2 ч. Масса изолирующего противогаза – 8-10 кг.

К работе в изолирующих противогазах допускаются лица, признанные медицинской комиссией пригодными и прошедшие курс теоретического и практического обучения.

Изолирующий противогаз ИП-5 предназначен для использования в качестве аварийно-спасательного средства в любой атмосфере. Время защитного действия в состоянии покоя составляет 120 мин.

В настоящее время для улучшения условий труда работников с дефектами бинокулярного зрения в средствах индивидуальной защиты (очки, маски, противогазы, щитки и др.) предусмотрены эластичные линзы Френеля многократного использования, корригирующие близорукость или дальнозоркость. Линзы устанавливаются на внутреннюю увлажненную поверхность очкового стекла средства защиты.

Кроме того, для защиты человека в аварийных ситуациях используются *самоспасатели* различных конструкций (ШС-20М, СПИ-20, ШСС-Т, КЗА-1, ПДА и др.). Например, самоспасатель ШС-20М является изолирующим средством одноразового действия и предназначен для защиты органов дыхания и зрения работающих при объемной доле кислорода в воздухе менее 18% и суммарной объемной доле паро- и газообразных вредных веществ более 0,5%. Он состоит из регенеративного патрона, пускового устройства, дыхательного мешка с клапаном избыточного давления, гофрированной трубки с загубником, носового зажима и герметичных очков с незапотевающими пленками. Регенеративный патрон поглощает из выдыхаемого воздуха диоксид углерода и влагу с одновременным выделением кислорода. Самоспасатель выпускается готовым к немедленному использованию и не требует никакой подгонки. Время защитного действия составляет до 140 мин.

Самоспасатель СПИ-20 является средством защиты органов дыхания и зрения при авариях, пожарах, эвакуации людей и т.д. Он оснащен оригинальной безразмерной лицевой частью типа колпака, что обеспечивает ему преимущество перед другими защитными средствами аналогичного назначения. Время защитного действия составляет от 20 до 40 мин.

Для защиты головы от механических травм, а также от поражения электрическим током применяют различного рода каски с амортизаторами (текстолитовые, пластмассовые, винипластовые, стеклопластиковые и др.). Качество касок определяется максимальной ударной прочностью и минимальной массой, которая лежит в пределах 0,390-0,470 кг. Каски выдерживают вертикальную ударную нагрузку энергией от 45 до 80 Дж. Кроме касок могут использоваться войлочные шляпы, шляпы из прорезиненной ткани, косынки, береты и т.п.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются вредные вещества по физиологическому воздействию на организм человека?
2. Как нормируется содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и кожном покрове?
3. Назовите основные показатели опасности вредных веществ?
4. Какими факторами определяется действие вредных веществ на организм?
5. Как воздействуют вредные вещества на организм человека?
6. Охарактеризуйте вредность производственной пыли?
7. Какие установлены общие требования безопасности на предприятиях, связанных с использованием вредных веществ?
8. Какие существуют системы вентиляции производственных помещений, и каковы их основные характеристики?
9. Дайте классификацию индивидуальных средств защиты работающих.
10. Назовите особенности использования средств индивидуальной защиты органов дыхания?

Глава 7. Защита работающих от шума, вибрации, инфра- и ультразвуков

7.1 Физические и физиологические характеристики шума и вибрации

Шум – это совокупность звуков разной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих у работающих неприятные субъективные ощущения. С физиологической точки зрения, шумом является любой нежелательный звук, мешающий восприятию полезных звуков в виде производственных сигналов и речи.

Шум как физический фактор представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды (воздуха), носящее, как правило, беспорядочный случайный характер. При этом источником его является любое колеблющееся тело, выведенное из устойчивого состояния внешней силой.

Характер распространения колебательного движения в среде называется *звуковой волной*, а область среды, в которой она распространяется, – *звуковым полем*.

Звук представляет собой колебательное движение упругой среды, воспринимаемое нашим органом слуха. Движение звуковой волны в воздухе сопровождается периодическим повышением и понижением давления. Периодическое повышение давления в воздухе по сравнению с атмосферным давлением в невозмущенной среде называется *звуковым давлением*. Чем больше давление, тем сильнее раздражение органа слуха и ощущение громкости звука. В акустике звуковое давление измеряется в Н/м^2 , или Па. Звуковая волна характеризуется частотой f , Гц, силой звука I , Вт/м^2 , звуковой мощностью W , Вт. Скорость распространения звуковых волн в атмосфере при $20\text{ }^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении равна 344 м/с . Скорость звука не зависит от частоты звуковых колебаний и при неизменных параметрах среды является постоянной величиной. При повышении температуры воздуха на $1\text{ }^\circ\text{C}$ скорость звука возрастает примерно на $0,71\text{ м/с}$.

Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частот от 16 до 20000 Гц, зона наибольшей чувствительности слуха находится в области 50-5000 Гц. Колебания с частотой до 16 Гц (инфразвук) и выше 20 000 Гц (ультразвук) не воспринимаются органами слуха человека.

Интенсивность шума (звука) измеряют как во всей области частот (суммарная звуковая энергия), так и в определенном диапазоне частотной полосы – в пределах октав.

Октава – это диапазон частот, в котором верхняя граница частоты вдвое больше нижней (например, 40-80, 80-160 Гц). Однако для обозначения октавы обычно указывают не диапазон частот, а так называемые *среднегеометрические частоты*, которые характеризуют полосу в целом и определяются по формуле

$$f_{\text{ср.г}} = \sqrt{f_1 f_2}$$

где f_1 и f_2 - соответственно низшая и высшая частоты, Гц.

Так, для октавы 40-80 Гц среднегеометрическая частота равна 62,5 Гц; для октавы 80-160 Гц - 125 Гц и т. д.

При акустических измерениях определяют интенсивность в пределах частотных полос, равных октаве, полуоктаве и трети октавы.

Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и для санитарно-гигиенической оценки шума составляют 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Минимальная сила звука, воспринимаемая ухом, называется *порогом слышимости* ($I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²), ему соответствует звуковое давление $P = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Порог болевого ощущения наступает при силе звука, равной 10^2 Вт/м², и соответствующего ему звукового давления – $2 \cdot 10^2$ Па. Как видим, изменения звукового давления слышимых звуков огромны и составляют примерно 10^7 раз. Поэтому для удобства измерения и санитарно-гигиенического нормирования интенсивности звука и звукового давления принимают не абсолютные физические, а относительные единицы, которые представляют собой логарифмы отношений этих величин к условному нулевому уровню, соответствующему порогу слышимости стандартного тона с частотой 1000 Гц.

Уровень интенсивности звука L, дБ, определяется по формуле

$$L = 10 \lg(I / I_0)$$

где I - интенсивность звука, Вт/м²; I_0 - интенсивность звука, принимаемая за порог слышимости, равная 10^{-12} Вт/м².

Так как интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления, то эту формулу можно записать в виде

$$L = 10 \lg(P^2 / P_0^2) = 20 \lg(P / P_0).$$

Эти логарифмы отношений называют соответственно *уровнями интенсивности звука* или чаще *уровнями звукового давления*, они выражаются в *белах* (Б).

Кроме того, для санитарно-гигиенической оценки воздействия шума на организм человека используют такой показатель, как уровень звука, определяемый по шкале А шумомера с размерностью в дБА.

Так как орган слуха человека способен различать изменение уровня интенсивности звука на 0,1 Б, то для практического использования удобнее единица в 10 раз меньше – *децибел* (дБ).

Пользоваться шкалой децибел очень удобно, так как весь огромный диапазон слышимых звуков укладывается менее чем в 140 дБ. При действии звука более 140 дБ возможны болевые ощущения и разрыв барабанной перепонки.

В условиях производства, как правило, имеют место шумы различной интенсивности и частоты, которые создаются в результате работы разнообразных механизмов, агрегатов и других устройств.

Производственный шум, являющийся сложным звуком, может быть разложен на простые составляющие, графическое изображение которых называется *спектром* (рис. 7.1). Он представляет собой совокупность восьми уровней звукового давления на всех среднегеометрических частотах. По характеру может быть различным в зависимости от преобладающих частот.

Если же в этой совокупности представлены нормативные значения уровней звукового давления, то она называется *предельным спектром* (ПС). Каждый из предельных спектров имеет свой индекс, например, ПС-80, где 80 – нормативный уровень звукового давления (дБ) в октавной полосе с $f = 1000$ Гц.

Согласно ГОСТ 12.1.003 шум классифицируется по следующим признакам:

- по характеру спектра: *широкополосный*, с непрерывным спектром шириной более октавы; *тональный*, в спектре которого имеются слышимые тона. Тональный характер определяют по превышению уровня шума в одной полосе над соседними третьоктавными полосами не менее чем на 10 дБ;

- по временным характеристикам: *постоянный* и *непостоянный*;

- по частотной характеристике различают шумы *низко-, средне- и высокочастотные*, имеющие соответственно границы 16-350, 350-800 и выше 800 Гц.

Непостоянные шумы, в свою очередь, подразделяются на:

- *колеблющиеся во времени*, уровень звука которых изменяется во времени непрерывно;

- *прерывистые*, уровень звука которых ступенчато изменяется (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;

- *импульсные*, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука различаются не менее чем на 7 дБ.

Характеристика шума в децибелах в пределах частот не всегда достаточна. Известно, что звуки, имеющие одну и ту же интенсивность, но разную частоту воспринимаются на слух как неодинаково громкие. Звуки, имеющие низкую или очень большую частоту (вблизи верхней границы воспринимаемых частот) ощущаются как более тихие в сравнении со звуками, находящимися в средней зоне. Поэтому для сравнения между собой различных по частотному составу звуков в отношении их громкости используют единицы громкости – *фоны* и *соны*.

За единицу сравнения условно принят звук с частотой 1000 Гц. В международных рекомендациях в последние годы стандартным принят звук с частотой 2000 Гц.

Уровнем громкости шума (звука) называется уровень силы равногромкого с этим шумом звука с частотой колебаний 1000 Гц, для которого уровень силы звука в децибелах условно принят за уровень громкости в фонах. Один фон – это громкость звука при частоте 1000 Гц и уровне интенсивности в 1 дБ. На

частоте 1000 Гц уровни громкости равны уровням звукового давления. Например, звук с частотой колебаний 100 Гц и силой 50 дБ воспринимается как равногромкий звуку с частотой колебаний 1000 Гц и силой 20 дБ (20 фонов). При малых уровнях громкости и низких частотах расхождения между силой звука в децибелах и уровнем громкости в фонах наибольшие. По мере увеличения громкости и частоты эта разница сглаживается.

На рис. 7.2 приведены кривые равной громкости, характеризующие уровни громкости в пределах слышимости. Видно, что орган слуха человека обладает наибольшей чувствительностью при 800-4000 Гц, а наименьшей – при 20-100 Гц.

Наряду с оценкой громкости шума в фонах используют и другую единицу громкости - сон, которая нагляднее отражает изменение субъективно воспринимаемой громкости и позволяет определить, во сколько раз один звук громче другого. С увеличением громкости на 10 фонов уровень громкости в сонах возрастает в 2 раза.

Шкала громкости в сонах позволяет определить, во сколько раз снизилась громкость шума после внедрения тех или иных мер борьбы с ним, или во сколько раз шум на одном рабочем месте превышает по громкости шум на другом.

При одновременном распространении нескольких звуковых волн возможно увеличение или снижение громкости шума в результате интерференционных явлений.

Вибрация – это механические колебания и волны в твердых телах или более конкретно, это механические, чаще всего синусоидальные, колебания, возникающие в машинах и аппаратах.

По способу воздействия на человека вибрации подразделяются на *общую*, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и *локальную*, передающуюся через руки человека. Вибрацию, воздействующую на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями, можно отнести к локальной.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на три категории:

- транспортная: воздействует на операторов подвижных машин и транспортных средств при их движении (1-я категория);
- транспортно-технологическая: с ограниченным перемещением только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений (2-я категория);
- технологическая: воздействует на операторов стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации (3-я категория).

Общую вибрацию 3-й категории по месту действия подразделяют на следующие типы:

- на постоянных рабочих местах производственных помещений;

- рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других вспомогательных производственных помещений, где отсутствуют машины и механизмы, генерирующие вибрацию;

- рабочих местах в административных и служебных помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, в конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

Общей вибрации чаще всего подвергаются транспортные рабочие, операторы мощных штампов, вырубных прессов и т.д.

Основные физические параметры вибрации: частота f , Гц; амплитуда колебаний A , м; колебательная скорость V , м/с; колебательное ускорение a , м/с².

По характеру спектра вибрацию подразделяют:

- на *узкополосную* со спектром частот, расположенным в узкой полосе. При этом уровень контролируемого параметра в октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает значения в соседних третьоктавных полосах;

- *широкополосную* со спектром частот, расположенным в широкой полосе (шириной более одной октавы).

По временным характеристикам вибрация делится на:

- *постоянную*, для которой спектральный или скорректированный по частоте нормируемый параметр за время наблюдения (не менее 10 мин или время технологического цикла) изменяется не более, чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с;

- *непостоянную*, для которой спектральный или скорректированный по частоте нормируемый параметр за время наблюдения (не менее 10 мин или время технологического цикла) изменяется более, чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с.

Непостоянная вибрация бывает:

- *колеблющейся во времени*, для которой величина нормируемого параметра непрерывно изменяется во времени;

- *прерывистой*, когда воздействие вибрации на человека прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых воздействует вибрация, составляет более 1 с;

- *импульсной*, состоящей из одного или нескольких вибрационных воздействий (ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Локальной вибрации преимущественно подвергаются лица, работающие с ручными механизированными электрическими или пневматическими инструментами.

Так же, как и для шума, весь спектр частот вибраций, воспринимаемых человеком, может быть разделен на октавные и третьоктавные полосы частот со среднегеометрическими частотами октавных полос 1; 2; 4; 8; 16; 32; 63; 125; 250; 500; 1000 и 2000 Гц.

За нулевой уровень колебательной скорости принята величина $V_0=5 \cdot 10^{-8}$ м/с, соответствующая среднеквадратичной колебательной скорости

при стандартном пороге звукового давления, равном $2 \cdot 10^{-5}$ Па, хотя порог восприятия вибрации для человека значительно выше и равен 10^{-4} м/с. За нулевой уровень колебательного ускорения принимают величину $a = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с². При колебательной скорости в 1 м/с у человека возникают болевые ощущения.

Поскольку абсолютные значения параметров, характеризующих вибрацию, изменяются в очень широких пределах, то удобнее измерять не действительные значения этих параметров, а логарифмы их отношений к пороговым.

Уровень виброскорости L_v , дБ, определяется по формуле

$$L_v = 20 \lg(V/V_0),$$

где V – действительное значение виброскорости, м/с; V_0 – пороговое значение виброскорости ($5 \cdot 10^{-8}$ м/с).

Спектры уровней колебательной скорости являются основными характеристиками вибраций; они могут быть, так же как и для шума, дискретными, сплошными и смешанными.

В СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 приведены соотношения между уровнями виброскорости в децибелах и ее значениями в метрах на секунду, а также между логарифмическими уровнями виброускорения в децибелах и его значениями в метрах на секунду в квадрате.

Виброскорость, V и виброускорение, a , в случае гармонических колебаний определяется из выражений

$$V = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot A, \text{ м/с}$$
$$a = (2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot A, \text{ м/с}^2$$

Пример. Скорость вращения ротора, n , машины составляет 3600 об/мин, амплитуда вибрации, A – 0,020 мм. Определить значение виброскорости и виброускорения, а также необходимость виброизоляции.

Частота гармонического колебания движения определяется по формуле

$$f = n/60,$$

где n – число оборотов минуту.

$$f = 3600/60 = 60 \text{ Гц}$$

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 0,02 = 7,54 \text{ мм/с}$$

$$a = (2 \cdot 3,14 \cdot 60)^2 \cdot 0,02 = 2839,6 \text{ мм/с}^2.$$

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 допустимые уровни виброскорости составляют 2 мм/с, а виброускорения – 800 мм/с², поэтому необходима виброизоляция машины.

7.2. Воздействие шума, вибрации и других колебаний на организм человека

Шум и вибрация могут в большей или меньшей степени временно активизировать или постоянно подавлять определенные психические процессы в

организме человека. Физиопатологические последствия могут проявляться в форме нарушения функций слуха и других анализаторов, например, вестибулярного аппарата, координирующей функции коры головного мозга, нервной или пищеварительной системы, системы органов кровообращения. Кроме того, шум влияет на углеводный, жировой и белковый обмены веществ в организме.

Звуки различных частот даже при одинаковой их интенсивности воспринимаются по-разному. Низкочастотные звуки воспринимаются как относительно тихие, но по мере увеличения их частоты усиливается громкость восприятия, а при приближении их к верхней высокочастотной границе звуковой части спектра, громкость восприятия снова падает.

Область слухового восприятия, доступная человеческому уху, ограничивается порогами слышимости и болевого ощущения (рис. 7.3). Границы этих порогов в зависимости от частоты существенно меняются. Этим объясняется, что высокочастотные звуки более неприятны для человека, чем низкочастотные (при одинаковых уровнях звукового давления).

Производственный шум различной интенсивности и спектра, длительно воздействующий на работающих, может привести со временем к понижению остроты слуха у последних, а иногда и к развитию профессиональной глухоты. Установлено, что потеря слуха обычно наступает при воздействии шума в диапазоне частот 3000-6000 Гц, а нарушение разборчивости речи – при частоте 1000-2000 Гц. Наибольшая потеря слуха работающих наблюдается в первые десять лет работы, причем эта опасность увеличивается с возрастом.

На рис. 7.4 представлена модель человека, состоящая из сосредоточенных масс, упругих связей (пружин) и диссипативных потерь, представленных на схеме демпферами. Из схемы видно, что резонансные явления возникают у различных частей тела человека при разных частотах. При вертикальной вибрации резонанс органов брюшной полости наблюдается при частотах 4 – 8 Гц, головы – 25 Гц, при более высоких частотах 30 – 80 Гц происходит резонанс глазного яблока. Например, в первых полетах американских космонавтов при вибрации с частотой 50 Гц они не могли считывать показания приборов вследствие резонансной вибрации глаз.

В общем случае вибрация может обладать раздражающим воздействием, приводить к нарушению функций ЦНС, опорно-двигательного аппарата, половых органов, зрительным расстройствам, деформации тканей и клеток отдельных органов, смещению органов тела человека.

Кроме вредного воздействия на организм человека, вибрация приводит к разрушению зданий, сооружений, коммуникаций, поломке оборудования. Отрицательное влияние ее заключается также в снижении КПД работающих машин и механизмов, преждевременном износе вращающихся деталей вследствие их дисбаланса, понижении точности работы контрольно-измерительных приборов (КИП), нарушении функционирования автоматических систем управления и т. д.

Инфразвуком принято называть распространяющиеся в воздушной среде колебания с частотой ниже 16 Гц. Низкая частота инфразвукового колебания

обуславливает ряд особенностей его распространения в окружающей среде. Вследствие большой длины волны инфразвуковые колебания меньше поглощаются в атмосфере и легче огибают препятствия, чем колебания с более высокой частотой. Этим объясняется способность инфразвука распространяться на значительные расстояния с небольшими потерями энергии. Именно поэтому стандартные мероприятия по борьбе с шумом в данном случае неэффективны.

Под воздействием инфразвука возникает вибрация крупных элементов строительных конструкций, а из-за резонансных эффектов и возбуждения вторичного индуцированного шума в звуковом диапазоне в отдельных помещениях может иметь место усиление инфразвука.

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

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

Источниками инфразвуковых колебаний являются также мощные вентиляционные системы и системы кондиционирования воздуха. Максимальные уровни их звукового давления достигают соответственно 106 дБ на частотах 20 Гц, 98 дБ на 4 Гц, 85 дБ на 2 и 8 Гц.

В диапазоне частот 16-30 Гц порог восприятия инфразвуковых колебаний для слухового анализатора составляет 80-120 дБА, а болевой порог – 130-140 дБА.

Действие инфразвука на человека воспринимается как физическая нагрузка: нарушается пространственная ориентация, возникают морская болезнь, пищеварительные расстройства, нарушения зрения, головокружение, изменяется периферическое кровообращение. Степень воздействия зависит от диапазона частот, уровня звукового давления и продолжительности экспозиции. Колебания с частотой 7 Гц препятствуют сосредоточению внимания и вызывают ощущение усталости, головную боль и тошноту. Наиболее опасны колебания с частотой 8 Гц. Они могут вызывать явление резонанса системы кровообращения, приводящего к перегрузке сердечной мышцы, сердечному приступу или даже к разрыву некоторых кровеносных сосудов. Инфразвук небольшой интенсивности может служить причиной повышенной нервозности, вызывать депрессию.

Ультразвуковая техника и технологии широко применяются в различных отраслях человеческой деятельности для целей активного воздействия на вещества (пайка, сварка, лужение, механическая обработка, обезжиривание деталей и т.д.); структурного анализа и контроля физико-механических свойств вещества и материалов (дефектоскопия); для обработки и передачи сигналов радиолокационной и вычислительной техники; в медицине – для диагностики и терапии различных заболеваний с использованием звуковидения, резки и соединения биологических тканей, стерилизации инструмента, рук и т.д.

Ультразвуковые установки с рабочими частотами 20-30 кГц находят широкое применение в промышленности. Наиболее распространенные уровни звукового и ультразвукового давлений на рабочих местах на производстве – 90-120 дБ.

Ультразвуком принято считать колебания свыше 20 кГц, распространяющиеся как в воздухе, так и в жидких и твердых средах. В производственной санитарии различают контактный и воздушный виды ультразвука (СанПиН 9-87-98 и СанПиН 9-88-98).

Контактный ультразвук – это ультразвук, передающийся при соприкосновении рук или других частей тела человека с его источником, обрабатываемыми деталями, приспособлениями для их удержания, озвучиваемыми жидкостями, сканерами медицинской ультразвуковой аппаратуры, искательными головками ультразвуковых дефектоскопов и т.п.

Воздушный ультразвук – это ультразвуковые колебания в воздушной среде.

Из этих определений следует, что ультразвук передается человеку через контакт с воздухом, водой или непосредственно от вибрирующей поверхности (инструмента, машин, аппаратов и других возможных источников).

Пороги слухового восприятия высокочастотных звуков и ультразвуков составляют на частоте 20 кГц – 110 дБ, 30 кГц – до 115 дБ и 40 кГц – до 130 дБ. Условно ультразвуковой диапазон делится на низкочастотный – $1,12 \cdot 10^4 \div 1,0 \cdot 10^5$ Гц, распространяющийся воздушным и контактным путем, и высокочастотный – $1,0 \cdot 10^5 \div 1,0 \cdot 10^9$, распространяющийся только контактным путем.

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

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

Ультразвуковые колебания непосредственно у источника их образования распространяются направленно, но уже на небольшом расстоянии от источника (25-50 см) переходят в концентрические волны, заполняя все рабочее помещение ультразвуком и высокочастотным шумом.

Ультразвук оказывает существенное влияние на организм человека. Как уже отмечалось, ультразвук способен распространяться во всех средах: газообразной, жидкой и твердой. Поэтому в организме человека он воздействует не только собственно на органы и ткани, но и на клеточную и другие жидкости. При распространении в жидкой среде ультразвук вызывает кавитацию этой жидкости, т. е. образование в ней мельчайших пустотных пузырьков, заполняемых парами этой жидкости и растворенных в ней веществ, и их сжатие (захлопывание). Этот процесс сопровождается образованием шума.

При работе на мощных ультразвуковых установках операторы предъявляют жалобы на головные боли, которые, как правило, исчезают при прекращении работы; быструю утомляемость; нарушение ночного сна; чувство непре-

одолимой сонливости днем; ослабление зрения, чувство давления на глазные яблоки; плохой аппетит; постоянную сухость во рту и одеревенелость языка; боль в животе и т.д.

7.3. Нормирование и контроль шума, вибрации, инфра- и ультразвуков

Нормируемыми параметрами *постоянного шума* на рабочих местах согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 являются: *уровни звукового давления*, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц; *уровень звука*, дБА, измеряемый по шкале А шумомера, при котором чувствительность всего шумоизмерительного тракта соответствует средней чувствительности органа слуха человека на различных частотах спектра.

Нормируемыми параметрами *непостоянного шума* являются:

- эквивалентный (по энергии) уровень звука, дБА;
- максимальный уровень звука, дБА.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука непостоянного шума – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение заданного интервала времени.

Максимальный уровень звука – уровень звука, соответствующий максимальному показанию измерительного прибора при включенной необходимой стандартизованной временной характеристике.

Предельно допустимый уровень шума (ПДУ) – уровень, который при ежедневной работе (кроме выходных дней), но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Оценка постоянного шума должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровню звука, а непостоянного шума – по эквивалентному и максимальному уровням звука (в дБА или дБА1). Превышение хотя бы одного из указанных показателей квалифицируется как несоответствие санитарным нормам.

Предельно допустимые и эквивалентные уровни шума устанавливаются в зависимости от напряженности и тяжести трудовой деятельности (табл. 7.1).

Таблица 7.1. Предельно допустимые и эквивалентные уровни шума на рабочих местах

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1-й степени	Тяжелый труд 2-й степени	Тяжелый труд 3-й степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75

Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1-й степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2-й степени	50	50	-	-	-

Количественную оценку тяжести и напряженности труда проводят в соответствии с Гигиенической классификацией условий труда № 11-6-2002 РБ.

Нормативные значения шума для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности установлены СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 (табл. 7.2).

Для санитарно-гигиенической оценки условий труда в производственном помещении часто является достаточным знать уровень звука (дБА). Однако, чтобы принимать грамотные инженерные решения по снижению шума в оборудовании, подбирать материалы для звукоизоляции и звукопоглощения, а также средства индивидуальной защиты, необходимо знать *спектр шума* основных его источников по всем среднегеометрическим частотам. Они обычно представляются в паспортах на технические системы, машины и механизмы и могут быть изображены в виде таблиц или графиков.

Как правило, в производственных помещениях могут работать несколько машин с различным уровнем шума. Общий (суммарный) уровень шума в этом случае можно рассчитать по формуле

$$L_{\text{общ}} = 10 \lg [10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)} + \dots + 10^{(L_n/10)}],$$

где L_1, L_2, \dots, L_n – уровни звука, создаваемые каждым источником, дБА.

Точно так же можно рассчитать и суммарные уровни звукового давления для каждой среднегеометрической частоты от нескольких источников шума.

Пример. В цехе с постоянными рабочими местами установлено 4 единицы оборудования. Уровень шума, создаваемого каждой единицей оборудования равен соответственно $L_1 = 73$ дБ; $L_2 = 60$ дБ; $L_3 = 81$ дБ; $L_4 = 56$ дБ. Определить суммарный уровень шума всего оборудования и сравнить его с ПДУ. Продолжительность воздействия шума на работающих 6 часов.

$$L_{\text{общ}} = 10 \lg \left(10^{0,1 \cdot 73} + 10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 81} + 10^{0,1 \cdot 56} \right) = 82 \text{ дБА}$$

$L_{\text{ПДУ}} = 80$ дБА, с учетом поправки на суммарную длительность шума 6 ч составляет (-5 дБА), т.е. $80 - 5 = 75$ дБА. Таким образом, уровень шума в цехе не превышает предельно допустимой величины.

Расчет общего (суммарного) уровней звука или звукового давления нескольких одинаковых источников шума можно определить по уравнению

$$L_{\text{общ}} = L_i + 10 \lg n,$$

где L_i - уровень шума i -го источника, дБА; n - количество источников шума.

Пример. Рассчитать суммарный уровень звукового давления в цехе от 10 источников, если этот показатель для каждой единицы оборудования составляет 78 дБ при преимущественной частоте 500 Гц. Продолжительность воздействия шума на работающих – 2 часа. Определите суммарный уровень звукового давления всего оборудования и сравните его с допустимым уровнем согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 для указанных условий.

$$L_{\text{общ}} = 78 + 10 \lg 10 = 88 \text{ дБ}$$

$L_{\text{пду}}$ при частоте звука 500 Гц составляет 78 дБ, с учетом продолжительности воздействия шума на работающих в течение 2 часов поправка составляет (+1 дБ), т.е. $78+1 = 79$ дБ. Таким образом, имеет место превышение уровня звукового давления в цехе на 9 дБ.

Инфразвуковые колебания нормируются на производстве уровнями звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16. В соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35-2002 значения этих уровней на рабочих местах не должны превышать на частотах 2-16 Гц соответственно 100-85 дБ.

Нормируемыми параметрами контактного ультразвука являются пиковые значения виброскорости в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16 000; 31 500 кГц или уровни виброскорости в этих же полосах частот (табл. 7.3).

Таблица 7.2. Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля: операторская работа поточному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления, без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в п.п. 1—4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Подвижной состав железнодорожного транспорта										
Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Рабочие места в кабинах машинистов скоростных и пригородных электропоездов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных помещений, рефрижераторных секций, вагонов электростанций, помещений для отдыха багажных и почтовых отделений	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Служебные помещения багажных и почтовых вагонов, вагонов-ресторанов	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Автобусы, грузовые, легковые и специальные автомобили										
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиры) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Таблица 7.3. Предельно допустимые уровни и пиковые значения контактного ультразвука

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Пиковое значение виброскорости, м/с	Уровень пикового значения виброскорости, дБ
8,0 – 63,0	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125,0 – 500,0	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105
$1 \cdot 10^3$ – $31,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110

Предельно допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в таблице, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

Для ультразвука, передающегося воздушным путем (СанПиН 9-87-98), устанавливаются предельно допустимые уровни звукового давления (табл. 7.4).

Таблица 7.4. Предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука на рабочих местах

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	12,5	16,0	20,0	25,0	31,5 – 100
Уровень звукового давления, дБ	80	90	100	105	110

Для измерения шума используют шумомеры Шум-1М и ШМ-1 и другие более современные приборы Октава 110А, ШИ-01В и др.

Для вибрации различают техническое и санитарно-гигиеническое нормирование. В первом случае нормирование осуществляется по ГОСТ 12.1.012 и направлено на обеспечение оптимальных условий, при которых человек защищен от вибрации.

Санитарно-гигиеническое нормирование проводится в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002. Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна производиться следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени воздействия вибрации по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на человека, является частотный анализ.

Нормируемый диапазон частот для общей вибрации в зависимости от категории устанавливается в виде октавных или третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80 Гц.

Нормируемыми параметрами постоянной вибрации являются:

- средние квадратичные значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот, или их логарифмические уровни;
- скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости, или их логарифмические уровни.

Нормируемыми параметрами непостоянной вибрации являются эквивалентные (по энергии) скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Импульсная вибрация нормируется в соответствии с СанПиН 2.2.4.13-29-2006 «Допустимые уровни импульсной локальной вибрации».

Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими нормативные значения более, чем на 12 дБ (4 раза), по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе частот, не допускается.

Таким образом, в производственных условиях с целью предотвращения вредного энергетического воздействия на организм человека необходимо обеспечивать нормативные значения уровней шума, инфра-, ультразвуков и вибрации путем выполнения специальных мероприятий.

Для контроля уровня вибрации применяют виброметр ВМ-1 с октавным фильтром ФЭ-2, приборы ВШВ-003, ШВК-И, виброметр с анализатором спектра Октава 101 ВМ и другие приборы западноевропейских фирм.

7.4. Защита работающих от шума, вибрации, ультра- и инфразвуков

Как уже указывалось, источниками шума и вибрации являются различные процессы, оборудование, явления, что создает определенные трудности в борьбе с ними и обычно требует одновременного проведения комплекса мероприятий как инженерно-технического, так и санитарно-гигиенического характера.

В общем случае средства защиты человека от шума делятся на коллективные (рис. 7.5) и индивидуальные.

В соответствии с ГОСТ 12.1.029 снижения шума и вибрации в производственных условиях можно добиться следующими методами:

- устранение или уменьшение шума и вибрации непосредственно в источнике их возникновения;
- локализация источников шума и вибрации средствами звуко- и виброизоляции; звуко- и вибропоглощения;
- рациональное размещение технологического оборудования, машин, механизмов;
- акустическая обработка помещений (снижение плотности звуковой энергии в помещении, отражений от стен, перекрытий, оборудования и т.п.);
- внедрение малозумных технологических процессов и оборудования, оснащение машин и механизмов дистанционным управлением, создание рационального режима труда и отдыха работающим и т.д.;
- применение средств индивидуальной защиты;
- использование лечебно-профилактических мероприятий.

Как показывает практика, наиболее эффективным является борьба с шумом в источнике его возникновения. Как правило, шум машин и механизмов возникает в результате упругих колебаний, как всего механизма, так и его частей, отдельных деталей.

Для уменьшения механического шума следует своевременно проводить ремонт оборудования, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей и балансировку вращающихся частей.

Значительное снижение шума (на 10-15 дБ) достигается при замене ударных процессов безударными, подшипников качения подшипниками скольжения, зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами либо индивидуальными прямыми приводами от электродвигателей, прямозубых шестерен косозубыми металлическими или пластмассовыми, металлических деталей деталями из других материалов и т. д.

Снижения аэродинамического шума можно добиться уменьшением скорости газового потока, совершенствованием аэродинамических свойств механизмов, позволяющим снизить интенсивность вихреобразования, применением звукоизоляции и установкой глушителей и т. д.

Электромагнитные шумы снижаются конструктивными изменениями в электрических машинах.

Действенным методом снижения уровня шума является установка звукоизолирующих и звукопоглощающих преград на пути его распространения.

Под *звукоизоляцией* понимают создание специальных строительных устройств – преград (в виде стен, перегородок, кожухов, выгородок и т. п.), препятствующих распространению шума из одного помещения в другое или в одном и том же помещении.

Принцип звукоизоляции заключается в том, что большая часть звуковой энергии отражается от преграды и только незначительная часть ее проникает сквозь звукоизолирующую преграду и попадает в окружающую среду.

Из рис. 7.6 видно, что вся звуковая энергия 1 , направляющаяся на преграду, разделяется на отраженную звуковую энергию 2 , которая возвращается в помещение, где она возникла, и на поглощаемую энергию 3 , 4 , 5 , 7 . Часть энергии 3 после частичного проникновения через преграду возвращается обратно в помещение и соединяется с отраженной энергией 2 . Часть энергии 4 распространяется по конструкции перекрытия или же трансформируется в ней в тепловую энергию 6 . Частично энергия 5 рассеянно излучается в помещение. Часть энергии 7 через поры, трещины в перекрытии направляется прямо в помещение в виде основного шума. В результате в помещение попадает суммарная звуковая энергия 8 , состоящая из энергий 5 и 7 . Звукоизолирующая способность ограждений во многом определяется их массой, поскольку при падении звуковых волн на конструкцию они приводят ее в колебательное движение. При удвоении массы звукоизолирующая способность ограждающих конструкций возрастает в среднем на 6 дБ при частоте колебаний 100 Гц. С повышением частоты звука звукоизолирующая способность одного и того же материала возрастает примерно на 7,5 дБ на октаву.

Звукопоглощение – это способность материала или конструкции поглощать энергию звуковых волн, которая в узких каналах и порах материала трансформируется в другие виды энергии, в основном в тепловую. Иными словами, уменьшение шума в звукопоглощающих преградах обусловлено переходом колебательной энергии в тепловую вследствие внутреннего трения в звукопоглощающих материалах.

Свойством поглощать звук обладают практически все строительные материалы. Однако *звукопоглощающими* принято называть такие материалы, у которых на средних частотах коэффициент звукопоглощения $\alpha > 0,2$.

Звукопоглощающие преграды делятся на четыре класса:

- волокнисто-пористые – войлок, вата, акустическая штукатурка, ультратонкое стеклянное и базальтовое волокно и др.;

- мембранные – ПВХ и другие пленки, тонкие листы фанеры или металла на обрешетке;

- резонансные – специальные конструкции, основанные на акустических свойствах резонатора;

- комбинированные – устройства, использующие предыдущие материалы.

Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы, такие, как минеральный войлок, стекловата, поролон и т. п.

В качестве звукопоглощающих материалов чаще всего используют минераловатные плиты типа «Акмигран», «Акминит», гипсовые плиты АГП с минераловатным заполнением, ваты из супертонкого базальтового волокна с α в пределах 0,8-0,95 на разных среднегеометрических частотах.

Выбор типа поглотителя, его толщины и конструктивного исполнения определяется в первую очередь интенсивностью и частотной характеристикой шума, технологическими и противопожарными требованиями.

Для звукопоглощения в производственных помещениях используются звукопоглощающие балки, штучные звукопоглотители в виде различных геометрических форм (кубов, шаров, конусов и др.), перфорированные экраны и т. д.

Конструктивные методы защиты от воздействия шума и их расчеты приведены в ТКП 45-2.04-154-2009 «Защита от шума. Строительные нормы проектирования» и ТКП 45-2.04-127-2009 «Конструкции зданий и сооружений. Правила проектирования звукоизоляции и звукопоглощения».

Для снижения аэродинамического шума, возникающего при работе вентиляторов, дымососов, компрессоров, кондиционеров на воздуховодах, всасывающих трактах, магистралях выброса и перепуска воздуха устанавливают различные глушители, которые могут быть активными и реактивными.

Активные глушители представляют устройства, содержащие в себе материал, поглощающий энергию аэродинамического шума.

Реактивные глушители устроены таким образом, что способны отражать входящую звуковую энергию обратно к источнику ее образования.

Конструкции глушителей (рис. 7.7) следует выбирать в зависимости от размеров воздуховода, допустимой скорости газового потока и необходимой степени снижения шума. Так, например, для воздуховодов размером до 500x500 мм

строительными нормами рекомендуется использовать трубчатые глушители, при больших размерах – пластинчатые или камерные.

Большое значение для снижения шума и вибрации имеет правильная планировка территории и производственных помещений, а также использование естественных и искусственных преград, препятствующих распространению звука. При проведении планировочных мероприятий учитывают расположение помещений и объектов относительно друг друга. Цехи с большим количеством шумящего оборудования должны быть сконцентрированы в глубине заводской территории или в одном месте, удалены от тихих помещений, ограждены зоной зеленых насаждений, частично поглощающих шум.

При невозможности или неэкономичности реализации противошумных мероприятий, а также для работы в аварийных условиях работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты от шума: противошумными вкладышами (Беруши), наушниками и шлемофонами. Эффективность этих средств зависит от их конструкции, качества используемых материалов, силы прижатия, выполнения правил эксплуатации.

Противошумные вкладыши («Комфорт плюс», МАХ-1, Laser life и др.) вставляют непосредственно в слуховой канал наружного уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10-15 дБ.

В условиях повышенного шума рекомендуется применять *наушники*, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Например, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7-38 дБ в диапазоне частот 125-8000 Гц. В настоящее время промышленностью выпускаются современные наушники типов Ария, Наутилус, Биг, Тракстон и др.

Шлемофоны рекомендуется применять для защиты от воздействия шума с общим уровнем 120 дБА и выше. Они герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30-40 дБ в диапазоне частот 125-8000 Гц.

Защита от вибрации машин, механизмов и оборудования также проводится несколькими методами: устранением или снижением действующих переменных сил, вызывающих вибрацию в источнике их возникновения; вибропоглощением и виброизоляцией.

Наиболее действенным из них является устранение или снижение вибрации непосредственно в источнике образования. При проектировании оборудования предпочтение отдают таким кинематическим и технологическим схемам, при которых динамические процессы, вызываемые ударами, резкими ускорениями, исключаются или предельно снижаются. Так, например, вибрация снижается при замене поступательного движения на равномерное вращение, механических приводов гидравлическими, подшипников качения подшипниками скольжения; использовании шестерен со специальными видами зацеплений - глобоидальным, шевронным, двушеvronным, конхоидальным и т.п. Борьбу с вибрацией можно эффективно проводить с помощью вибропоглощающих и виброизолирующих ма-

териалов и специальных устройств. К вибропоглощению относят вибродемпфирование и виброгашение.

Эффект вибродемпфирования – превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. Для этого в конструкциях деталей, через которые передается вибрация, применяют материалы с большим внутренним трением, например, специальные магниевые сплавы, пластмассы, резины, вибродемпфирующие покрытия и т.д.

Методы и средства защиты от вибрации классифицируются в зависимости от степени контакта работающих с источником вибрации (рис. 7.8).

Виброгашение - это снижение уровня вибрации объекта путем введения в колебательную систему дополнительных реактивных сопротивлений. В частности, для предотвращения общей вибрации вибрирующие машины и оборудование устанавливают на самостоятельные виброгасящие фундаменты, массу которых рассчитывают таким образом, чтобы амплитуда их колебаний не превышала 0,1-0,2 мм, а вероятность появления резонансных явлений была бы минимальной. Для снижения вибрации трубопроводов используются гасители колебаний типа буферных емкостей для превращения пульсирующих потоков в равномерные.

Для ослабления интенсивности передачи вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко используют методы виброизоляции.

Виброизоляция - это снижение уровня вибрации защищаемого объекта, достигаемое уменьшением передачи колебаний от их источника. Виброизоляция представляет собой упругие элементы, так называемые амортизаторы вибрации, размещенные между вибрирующей машиной и ее основанием

Виброизоляция используется при виброзащите от действия напольных и ручных механизмов. Компрессоры, насосы, вентиляторы, станки должны устанавливаться на амортизаторы или упругие основания в виде элементов массы и вязкоупорного слоя. Для снижения интенсивности вибрации необходимо, чтобы масса фундамента была в 3-5 раз больше массы агрегата.

В качестве виброизоляторов для машин с вертикальной возмущающей силой используют резиновые, пружинные и комбинированные опоры (рис. 7.9). Поскольку резиновые амортизаторы под действием нагрузки деформируются без изменения объема, для их эффективной работы необходимо, чтобы ширина и длина амортизатора не превышали более, чем в 2-3 раза его высоту. Листовая резина характеризуется небольшой деформацией, поэтому она не может служить эффективным виброизолятором. Для прокладок можно использовать перфорированную листовую резину с условием, чтобы статическая ее осадка не превышала 10-20% толщины.

Для снижения вибрации воздуховодов, особенно в местах их прохождения через стены или другие строительные конструкции, в узлах крепления или стыковок устанавливают упругие прокладки.

Для ручного инструмента наиболее эффективна многозвенная система виброизоляции, когда между руками и инструментом проложены слои с различной массой и упругостью.

В качестве средств индивидуальной защиты от вибрации используют специальную обувь на массивной резиновой подошве, рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливаются из упругодемпфирующих материалов.

Важными моментами в системе мероприятий по снижению негативного воздействия шума и вибрации являются правильная организация труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья операторов, специальные лечебно-профилактические мероприятия, такие, как гидромассаж, гидропроцедуры (ванны, различные души), витаминизация и т.д.

Большинство традиционных методов защиты работающих от шума малоэффективны в отношении к ультра- и инфразвуку. Поэтому для защиты от их воздействия следует использовать все способы снижения интенсивности генерации таких колебаний непосредственно в источнике.

В связи с этим СанПиН 9-88-98 определяют требования по ограничению неблагоприятного влияния контактного ультразвука, а именно:

- при разработке нового и модернизации существующего оборудования, приборов и аппаратуры должны предусматриваться меры по максимальному ограничению ультразвука, как в источнике возникновения, так и на пути его распространения;

- запрещается непосредственный контакт человека с рабочей поверхностью источника ультразвука и с контактной средой во время возбуждения в ней ультразвука;

- ультразвуковые искатели и датчики, удерживаемые руками оператора, должны иметь форму, обеспечивающую минимальное напряжение мышц, удобное для работы расположение и соответствовать требованиям технической эстетики;

- исключается передача ультразвука другим частям тела, кроме рук;

- для защиты персонала, обслуживающего источник ультразвука, следует применять дистанционное управление; блокировки, обеспечивающие автоматическое отключение источников ультразвука в случае открытия звукоизолирующих устройств или проведения вспомогательных работ; приспособления для удержания источника ультразвука или предметов, которые могут служить в качестве твердой контактной среды;

- для защиты рук от неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в твердых и жидких средах, а также от контактных смазок необходимо применять нарукавники, рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные);

- к работе с источником ультразвука допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности.

Эффективным средством защиты работающих от воздействия ультразвука являются звукоизолирующие кожухи из дюралюминия или стали толщиной 1 мм, оклеенные резиной или противошумной мастикой. Прозрачные кожухи из органического стекла должны иметь толщину не менее 5 мм. Часто используют эластичные кожухи из трех слоев резины общей толщиной 3-5 мм. Кожухи позволя-

ют снизить уровни звукового давления на 20-30 дБ в слышимом диапазоне частот и на 60-80 дБ – в неслышимом.

Для исключения контактного облучения работающих ультразвуком загрузку, выгрузку и другие работы следует проводить при выключенном источнике или пользоваться при этом специальными инструментами с ручками, покрытыми эластичным слоем из пористой резины, поролона и т.п.

Зоны помещений с уровнями ультразвука, превышающими предельно допустимые, должны быть обозначены предупреждающим знаком «Осторожно! Прочие опасности» по ГОСТ 12.4.026.

Кроме того, рекомендуется соблюдать следующий режим труда и отдыха:

- при систематической работе с контактным ультразвуком в течение более 50% рабочего времени необходимо устраивать перерывы через каждые 1,5 ч на 15 мин. Перерывы могут быть заполнены другими видами работ, которые не сопровождаются воздействием на организм повышенных уровней шума и вибрации;

- с целью предупреждения и ранней диагностики профессиональных заболеваний у работающих с контактным ультразвуком необходимо проводить предварительный (при приеме на работу) и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующим приказом Минздрава Республики Беларусь.

Аналогичные методы защиты разработаны и для ультразвука, передающегося воздушным путем (СанПиН 9-87-98).

Что же касается инфразвука, то для этого физического фактора воздействия на человека в производственной среде пока не разработаны специфические методы защиты, а также четкие санитарно-гигиенические рекомендации.

Защита от инфразвука осуществляется на производстве аналогично защите от общей вибрации и состоит в минимизации воздействия на оператора низкочастотных звуковых колебаний. Для этого нужно устранять источники низкочастотной вибрации, повышать быстроходность машин, увеличивать жесткость конструкций больших размеров, устанавливать глушители реактивного типа и т. д.

Контрольные вопросы

1. В чем разница неблагоприятного воздействия на человека шума и вибрации?
2. По каким признакам и как классифицируются шум и вибрация?
3. Как производится нормирование шума, вибрации, ультра- и инфразвуков?
4. Как определяется суммарный уровень шума от одинаковых и различных по интенсивности источников шума?
5. Какие методы борьбы с шумом, вибрацией, ультра- и инфразвуком используются на производстве?
6. Какие приборы применяются для измерения шума и вибрации на производстве?

Глава 8. Защита производственного персонала от статического электричества и производственных излучений

8.1. Статическое электричество и меры защиты

Широкое использование во всех областях хозяйственной деятельности диэлектрических материалов и органических соединений (полимеров, бумаги, твердых и жидких углеводородов, нефтепродуктов и т.п.) неизбежно сопровождается образованием зарядов статического электричества, которые не только осложняют проведение технологических процессов, но и зачастую становятся причиной пожаров и взрывов, приносящих большой материальный ущерб.

Статическое электричество — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности, или в объеме диэлектриков, или на изолированных проводниках (ГОСТ 12.1.018). Образование и накопление зарядов на перерабатываемом материале связано с двумя следующими условиями:

- наличие контакта поверхностей, в результате чего создается двойной электрический слой, возникновение которого связано с переходом электронов в элементарных донорско-акцепторных актах на поверхности контакта. Знак заряда определяет неодинаковое сродство материала поверхностей к электрону;
- хотя бы одна из контактирующих поверхностей должна быть из диэлектрического материала.

Заряды будут оставаться на поверхностях после прекращения контакта только в том случае, если время разрушения контакта меньше времени релаксации зарядов. Последнее в значительной степени определяет величину зарядов на разделенных поверхностях.

Основная величина, характеризующая способность к электризации, - это *удельное электрическое сопротивление* (ρ) поверхностей контактирующих материалов. Если они имеют низкое сопротивление, то при разделении заряды с них стекают, и эти поверхности несут незначительный заряд. Если же сопротивление материалов высокое или скорость отрыва поверхностей велика, то заряды будут сохраняться. Способность веществ электризоваться также характеризуется *удельной электропроводимостью* γ , или удельным объемным сопротивлением ρ_v

$$\gamma = 1/\rho_v.$$

Условно принято, что при удельном электрическом сопротивлении материалов менее 10^5 Ом·м заряды не сохраняются и материалы не электризуются.

В отдельных случаях склонность к электризации плоских полимерных материалов целесообразно оценивать по величине *удельного поверхностного электрического сопротивления* ρ_s , Ом. Большинство полимерных пленок и материалов не электризуется, если $\rho_s < 10^{11}$ Ом.

В соответствии с Правилами устройства и эксплуатации средств защиты от статического электричества, утвержденными постановлением МЧС РФ 04.06.2007г. №50, все вещества и материалы в зависимости от удельного объем-

ного сопротивления подразделяются на диэлектрические ($\rho_v > 10^8$ Ом·м), антистатические ($\rho_v > 10^5 - 10^8$ Ом·м) и электропроводящие ($\rho_v < 10^5$ Ом·м).

Основными факторами, влияющими на электризацию веществ, являются их электрофизические свойства и скорость разделения поверхностей. Экспериментально установлено, что чем интенсивнее осуществляется процесс, т.е. чем выше скорость отрыва, тем больший заряд остается на поверхности.

Известны следующие пути заряжения объектов: непосредственное контактирование с наэлектризованными материалами, индуктивное и смешанное заряжение.

К чисто контактному заряжению поверхностей относится, например, электризация при перекачивании углеводородного топлива, растворителей по трубопроводам. Известно, что трубопроводы из прозрачного диэлектрического материала при перекачивании жидкостей даже светятся.

Наряду с контактным часто происходит индуктивное заряжение проводящих объектов и обслуживающего персонала в электрическом поле движущегося плоского наэлектризованного материала.

Смешанное заряжение наблюдается тогда, когда наэлектризованный материал поступает в какие-либо емкости, изолированные от земли. Этот вид заряжения наиболее часто встречается при заливке горючих жидкостей в емкости, при подаче резиновых клеев, тканей, пленок в передвижные емкости, тележки и т.д. Образование зарядов статического электричества при контакте жидкого тела с твердым или одного твердого тела с другим во многом зависит от плотности соприкосновения трущихся поверхностей, их физического состояния, скорости и коэффициента трения, давления в зоне контакта, микроклимата окружающей среды, наличия внешних электрических полей и т.д.

На рис. 8.1 показана принципиальная схема электризации твердых материалов при их разделении.

Заряды статического электричества могут накапливаться и на теле человека (при работе или контакте с наэлектризованными материалами и изделиями). Высокое поверхностное сопротивление тканей человека затрудняет отекание зарядов, и человек может длительное время находиться под большим потенциалом.

Основной опасностью при электризации различных материалов является возможность возникновения искрового разряда, как с диэлектрической наэлектризованной поверхности, так и с изолированного проводящего объекта.

Разряд статического электричества возникает, если напряженность электростатического поля над поверхностью диэлектрика или проводника, обусловленная накоплением на них зарядов, достигает критической (пробойной) величины. Для воздуха эта величина составляет примерно 30 кВ/м.

Воспламенение горючих смесей искровыми разрядами статического электричества может произойти в том случае, если выделяющаяся в разряде энергия будет выше минимальной энергии зажигания горючей смеси.

Наряду с пожарной опасностью статическое электричество представляет опасность и для работающих.

Легкие «уколы» при работе с сильно наэлектризованными материалами вредно влияют на психику работающих и в определенных ситуациях могут способствовать травмам на технологическом оборудовании. Сильные искровые разряды, возникающие, например, при затаривании гранулированных материалов, могут приводить к болевым ощущениям. Неприятные ощущения, вызываемые статическим электричеством, могут явиться причинами развития неврастения, головной боли, плохого сна, раздражительности, покалываний в области сердца и т.д. Кроме того, при постоянном прохождении через тело человека малых токов электризации возможны неблагоприятные физиологические изменения в организме, приводящие к профессиональным заболеваниям. Систематическое воздействие электростатического поля повышенной напряженности может вызывать функциональные изменения центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма.

Использование для одежды искусственных или синтетических тканей приводит также к накоплению зарядов статического электричества на человеке. В ГОСТ 29191 (МЭК 801-2-91) приводятся сведения о том, что синтетические ткани могут заряжаться до потенциала, равного 15 кВ. Поэтому ток, протекающий через тело человека, одетого в костюм или халат из синтетической ткани, может достигать 3 мкА. Прикосновение к заземленным участкам рабочего места или к незаземленному телу вызывает искровой разряд с силой тока до 30 А.

Статическое электричество сильно влияет также на ход технологических процессов получения и переработки материалов и качество продукции. При больших плотностях заряда может возникать электрический пробой тонких полимерных пленок электро- и радиотехнического назначения, что приводит к браку выпускаемой продукции. Особенно большой ущерб наносит вызванное электростатическим притяжением налипание пыли на полимерные пленки.

Электризация затрудняет такие процессы, как просеивание, сушку, пневмотранспорт, печатание, транспортировку полимеров, диэлектрических жидкостей, формование синтетических волокон, пленок и т.п., автоматическое дозирование мелкодисперсных материалов, поскольку они прилипают к стенкам технологического оборудования и слипаются между собой.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей устанавливаются ГОСТ 12.1.045 и Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к электромагнитным полям в производственных условиях» - 2010.

Предельно допустимые уровни напряженности электростатического поля (ЭСП) устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах и не должны превышать:

- при воздействии до 1 ч за смену - 60 кВ/м;
- при воздействии более 1 ч за смену - ПДУ определяется по формуле

$$E_{\text{пд}} = 60 \sqrt{T},$$

где T – время воздействия, ч.

При напряженностях ЭСП, превышающих 60 кВ/м. работа без индивидуальных средств защиты запрещается, а при напряженности менее 20 кВ/м время пребывания в электростатическом поле не регламентируется.

В диапазоне напряженностей от 20 до 60 кВ/м допустимое время пребывания работников в ЭСП без использования СИЗ устанавливается санитарными нормами в зависимости от величины напряженности.

Обобщенная схема методов защиты от воздействия статического электричества приведена на рис. 8.2.

Средства защиты от статического электричества должны применяться во всех взрыво- и пожароопасных помещениях и зонах открытых установок, отнесенных по классификации ПУЭ к классам В-1, В-1а, В-1б, В-1г, В-II, В-IIа, II-I, II-II.

При организации производства следует избегать процессов, сопровождающихся интенсивной генерацией зарядов статического электричества. Для этого необходимо правильно подбирать поверхности трения и скорости движения веществ, материалов, устройств, избегать процессов разбрызгивания, дробления, распыления, очищать горючие газы и жидкости от примесей и т.д.

Эффективным методом снижения интенсивности генерации статического электричества является *метод контактных пар*. Большинство конструкционных материалов по диэлектрической проницаемости расположены в *трибоэлектрические ряды* в такой последовательности, что любой из них приобретает отрицательный заряд при соприкосновении с последующим в ряду материалом и положительный - с предыдущим. При этом с увеличением расстояния в ряду между двумя материалами абсолютная величина заряда, возникающего между ними, возрастает.

Безопасные скорости транспортировки жидких и пылевидных веществ в зависимости от удельного объемного электрического сопротивления нормируются Правилами. Так, жидкости с $\rho_v < 10^5$ Ом·м можно перекачивать со скоростью до 10 м/с, с $\rho_v < 10^9$ Ом·м - до 5 м/с, а при $\rho_v \geq 10^9$ Ом·м допустимая скорость транспортировки и истечения устанавливаются для каждой жидкости отдельно.

В качестве предельно допустимой устанавливается скорость, при которой (при данном диаметре трубопровода) потенциал на поверхности жидкости в приемной емкости не превышает предельно допустимого для углеводородных сред – 4000В, а для взрывоопасной смеси водорода, ацетилен, или паров сероуглерода с воздухов – 1000В.

Для снижения потенциалов в приемной емкости при закачке жидкостей с $\rho_v \geq 10^9$ Ом·м рекомендуется использовать релаксационные емкости, представляющие собой горизонтальный участок трубопровода увеличенного диаметра, находящийся непосредственно у входа в приемную емкость. При этом диаметр этого участка трубопровода должен быть не менее, м

$$D_p = \sqrt{2D_t^2 \cdot V_t},$$

где D_p - диаметр релаксационной емкости, м; D_t - диаметр трубопровода, м; V_t - скорость жидкости в трубопроводе, м/с.

Длина его должна быть не менее, м

$$L = 2,2 * 10^{-11} \epsilon \rho,$$

где ϵ - диэлектрическая постоянная жидкости; ρ_v – удельное объемное сопротивление жидкости, Ом·м.

Подача горючих и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в аппараты, резервуары и другие емкости должна производиться ниже уровня находящегося в них остатка жидкости так, чтобы не допускать ее разбрызгивания, распыления или бурного перемешивания. Налив горючих и ЛВЖ свободно падающей струей не допускается. Расстояние от конца загрузочной трубы до дна приемного сосуда не должно превышать 200 мм. В противном случае струя должна быть направлена вдоль стенки резервуара.

Налив горючих и взрывоопасных газов и жидкостей в автомобильные и железнодорожные цистерны должен производиться шлангами, опущенными на дно. В течение первых 3 – 5 минут налив должен проводиться с небольшой скоростью (не более 3 м/с), а затем в течение 10 – 12 минут скорость постепенно может быть увеличена до 7 м/с.

Наиболее опасны по диэлектрическим и другим свойствам этиловый эфир, сероуглерод, бензол, бензин, этиловый и метиловый спирты.

Во взрывоопасных помещениях, где могут накапливаться заряды статического электричества, технологическое оборудование и коммуникации изготавливают из материалов, имеющих ρ не выше 10^5 Ом·м.

Для предупреждения возможности накопления статического электричества на поверхностях оборудования, перерабатываемых материалов, а также на теле работающих выше минимальной энергии зажигания горючих смесей необходимо, с учетом особенностей производства, обеспечить стекание возникающих зарядов с заряженных объектов.

В соответствии с ГОСТ 12.4.124 это достигается использованием средств коллективной и индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты от статического электричества по принципу действия делятся на следующие виды: заземляющие устройства, нейтрализаторы, увлажняющие устройства, антиэлектростатические вещества, экранирующие устройства.

Заземление относится к основным методам защиты от статического электричества и представляет собой преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Оно является наиболее простым, но необходимым средством защиты в связи с тем, что энергия искрового разряда с проводящих незаземленных элементов технологического оборудования во много раз выше энергии разряда с диэлектриков.

ГОСТ 12.4.124 предписывает, что заземление должно применяться на всех электропроводных элементах технологического оборудования и других объектов, на которых возможно возникновение или накопление электростатических зарядов независимо от использования других средств защиты от статического электричества. Необходимо также заземлять через каждые 40 – 50 м металлические вентиляционные короба и кожухи теплоизоляции аппаратов и трубопроводов, распо-

ложенных в цехах, наружных установках, эстакадах, каналах. Причем указанные технологические линии должны представлять собой на всем протяжении непрерывную электрическую цепь, которая присоединяется к контуру заземления не менее чем в двух точках.

Резервуары и емкости объемом более 50 м^3 , за исключением вертикальных диаметром до 2,5 м, должны быть присоединены к заземлителям с помощью двух и более заземляющих проводников в диаметрально противоположных точках.

Величина сопротивления заземляющего устройства, предназначенного исключительно для защиты от статического электричества, должна быть не выше 100 Ом.

Особое внимание необходимо уделять заземлению передвижных объектов или вращающихся элементов оборудования, не имеющих постоянного контакта с землей. Например, передвижные емкости, в которые насыпают или наливают электризующиеся материалы, должны быть перед заполнением установлены на заземленные основания или присоединены к заземлителю специальным проводником до того, как будет открыт люк.

Неметаллическое оборудование считается электростатически заземленным, если сопротивление любой точки ее внутренней и внешней поверхности относительно контура заземлений не превышает 10^7 Ом.

Нейтрализация зарядов статического электричества производится в тех случаях, когда не представляется возможным снизить интенсивность его образования технологическими и иными способами. Для этой цели используют нейтрализаторы различных типов:

- коронного разряда (индукционные и высоковольтные);
- радиоизотопные с α - и β - излучающими источниками;
- комбинированные, объединяющие в одной конструкции коронные и радиоизотопные нейтрализаторы;
- создающие поток ионизированного воздуха.

Наиболее простыми по исполнению являются *индукционные нейтрализаторы*. В большинстве случаев они представляют собой корпус или стержень с закрепленными на них заземленными разрядниками, представляющими собой иглы, струны, щеточки. В этих нейтрализаторах используется электрическое поле, создаваемое самим наэлектризованным материалом. Под действием этого поля вблизи разрядника возникает большой градиент электрического потенциала, достаточного для образования и поддержания ионизационных процессов в воздухе, что в конечном счете приводит к повышению его проводимости.

Образующиеся ионы, одноименные по знаку с зарядом материала, отводятся на заземленные части оборудования или корпус нейтрализатора, а ионы противоположного заряда под действием электрического поля обрабатываемого материала создают ток разряда на его поверхности, тем самым, нейтрализуя образующиеся заряды.

Для снижения интенсивности электризации жидкостей используют *струнные* или *игольчатые нейтрализаторы*, которые за счет увеличения проводимости

среды способствуют стеканию образующихся зарядов на заземленные стенки трубопроводов (оборудования) или корпус нейтрализатора.

Индукционные нейтрализаторы неэффективны при небольших потенциалах на материале (до 2,5 кВ), что характерно, как правило, для обработки твердых материалов. Кроме того, эти нейтрализаторы необходимо устанавливать на расстоянии от обрабатываемого материала не более 10-15 мм.

В *высоковольтных нейтрализаторах* коронного и скользящего разрядов в отличие от индукционных используется высокое напряжение до 5 кВ, подаваемое на разрядник от внешнего источника питания. Они характеризуются высокой эффективностью практически при любых скоростях обработки материалов и могут быть установлены на значительном расстоянии от наэлектризованного материала, так как сила ионизационного тока в них может достигать $2,5 \cdot 10^{-4}$ А на 1 м длины разрядника и выше. Однако необходимость использования высокого напряжения не позволяет применять их во взрывоопасных помещениях и производствах.

Во взрывоопасных помещениях всех классов рекомендуется использовать *радиоизотопные нейтрализаторы* на основе α -излучающих (плутоний-238, плутоний-239) типа НР и β -излучающих (третий) типа НТСЭ источников. Эти нейтрализаторы малогабаритны, просты по устройству и в обслуживании, имеют большой срок эксплуатации и радиационно безопасны. Использование их в промышленности не требует согласования с органами санитарного надзора.

Конструктивно радиоизотопные нейтрализаторы представляют собой металлический плоский или цилиндрический контейнер, в котором помещены поворачивающиеся или выдвигающиеся держатели источников излучения. В контейнере имеется окно, обращенное к электризируемому материалу, а сам он жестко закреплен на технологическом оборудовании. Контейнер снабжается блокирующим механизмом, исключающим снятие его с оборудования, если не закрыта заслонка, экранирующая излучатель. Нейтрализаторы располагаются таким образом, чтобы в рабочем положении расстояние от поверхности излучателей до заряженной поверхности не превышало 25 – 50 мм в зависимости от используемого прибора.

Основным недостатком радиоизотопных нейтрализаторов является их ограниченный ионизационный ток ($3 - 7,5 \cdot 10^{-6}$ А/м).

В случаях, когда материал (пленка, ткань, лента, лист и т.п.) электризуется с высокой интенсивностью либо движется с большой скоростью и применение радиоизотопных нейтрализаторов не обеспечивает нейтрализацию статического электричества, устанавливают комбинированные *индукционно-радиоизотопные нейтрализаторы* типа НРИ. Они представляют собой сочетание радиоизотопного и индукционного (игольчатого) нейтрализаторов либо взрывозащищенных индукционных, высоковольтных (постоянного и переменного тока), высокочастотных нейтрализаторов. Сила ионизационного тока таких нейтрализаторов не превышает $5 \cdot 10^{-5}$ А/м.

Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и контролю радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества с эмалевыми

источниками альфа- и бета-излучения регламентируются СанПиН 2.6.4.13-24-2005.

Весьма перспективными являются *пневмоэлектрические нейтрализаторы* марок ВЭН-0,5 и ВЭН-1,0 и *пневморadioизотопные* марок ПРИН, в которых ионизированный воздух или какой-либо газ направляется в сторону наэлектризованного материала. Такие нейтрализаторы не только имеют повышенный радиус действия (до 1 м), но и обеспечивают нейтрализацию объемных зарядов в пневмотранспортных системах, аппаратах кипящего слоя, в бункерах, а также нейтрализацию статического электричества на поверхностях изделий сложной формы. Устройства для подачи ионизированного воздуха в данном случае во взрывоопасные помещения должны иметь на всем своем протяжении заземленный металлический экран.

В некоторых случаях эффективно использование *лучевых нейтрализаторов* статического электричества, которые обеспечивают ионизацию материала или среды под воздействием ультрафиолетового, лазерного, теплового, электромагнитного и других видов излучения.

Отвод зарядов статического электричества путем снижения удельного и поверхностного электрического сопротивления используют в тех случаях, когда заземление оборудования не предотвращает накопления зарядов до безопасной величины.

Для уменьшения удельного поверхностного электрического сопротивления диэлектриков можно повысить относительную влажность воздуха до 65-70%, если это допустимо по условиям производства. Для этой цели применяют общее или местное увлажнение воздуха в помещении при постоянном контроле его относительной влажности. При этом на поверхности твердых материалов образуется электропроводящая пленка воды, по которой отводятся заряды статического электричества на заземленное технологическое оборудование.

Однако этот метод не эффективен, если электризующийся материал гидрофобен или его температура выше температуры окружающей среды. В таких случаях можно дополнительно применять обработку полимерных материалов и химических волокон поверхностно-активными веществами.

Для снижения удельного объемного электрического сопротивления в диэлектрические жидкости и растворы полимеров (клеев) вводят различные растворимые в них *антиэлектростатические присадки (антистатика)*, в частности, соли металлов переменной валентности высших карбоновых, нафтеновые и синтетические жирные кислоты. К таким присадкам относятся «Сигбол», АСП-1, АСП-2, а также присадки на основе элеатов хрома, кобальта, меди, нафтенатов этих металлов, солей хрома и СЖК и т.д. За рубежом наибольшее применение нашли присадки, разработанные фирмами «Экко» и «Шелл» (присадка ASA-3).

Антиэлектростатические вещества должны обеспечивать снижение удельного объемного электрического сопротивления материала до величины 10^7 Ом·м, а удельного поверхностного - до величины 10^9 Ом·м.

Электрическое сопротивление твердых полимерных материалов (пластмасс, резин, пластиков и пр.) можно снизить, вводя в их состав различные электропроводящие материалы (технический углерод, порошки и т.д.).

Во взрывоопасных производствах для предотвращения опасных искровых разрядов статического электричества, возникающих на теле человека при контактном или индуктивном зарядении наэлектризованными материалами или элементами одежды, необходимо обеспечить отекание этих зарядов в землю. Для этого используют электропроводящие полы из материалов, у которых удельное объемное электрическое сопротивление не должно быть выше 10^6 Ом·м. Покрытие пола считается электропроводным, если электрическое сопротивление между металлической пластиной площадью 50 см^2 , уложенной на пол и прижатой к нему силой в 25 кгс, и контуром заземления не превышает 10^7 Ом.

К непроводящим покрытиям относятся асфальт, резина, линолеум и др. Проводящими покрытиями являются бетон, пенобетон, ксилолит и т.д. Заземленные помосты и рабочие площадки, ручки дверей, поручни лестниц, рукоятки приборов, машин, механизмов, аппаратов являются дополнительными средствами отвода зарядов с тела человека.

К индивидуальным средствам защиты от статического электричества относятся специальные электростатические обувь и одежда. Для изготовления такой одежды должны применяться материалы с удельным поверхностным электрическим сопротивлением не более 10^7 Ом·м, а электрическое сопротивление между токопроводящим элементом антиэлектростатической одежды и землей должно быть от 10^6 до 10^8 Ом. Электрическое сопротивление между подпятником и ходовой стороной подошвы обуви должно быть от 10^6 до 10^8 Ом.

В некоторых случаях непрерывный отвод зарядов статического электричества с рук человека может осуществляться с помощью специальных заземленных браслетов и колец. При этом они должны обеспечивать электрическое сопротивление в цепи человек — земля от 10^6 до 10^7 Ом и свободу перемещения рук.

8.2. Характеристика электромагнитного излучения и методы защиты

В настоящее время практически во всех отраслях промышленности и в быту широко используется электромагнитная энергия. По своему происхождению *электромагнитное излучение* (ЭМИ) и электромагнитный фон, создаваемый им, могут быть природными или техногенными.

К *природным электромагнитным полям* (ЭМП) относятся квазистатические электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и Галактик, атмосферные разряды.

Техногенное ЭМИ может быть как производственным, так и бытовым. Известно, что мировые энергоресурсы удваиваются каждые 10 лет, а доля ЭМП в электроэнергетике за это время возрастает в три раза.

Производственными источниками ЭМП являются линии электропередачи (ЛЭП), печи, применяемые в промышленности для индукционного нагрева металлов и полупроводников, электросварка, а также устройства диэлектрического нагрева, используемые для сварки синтетических материалов, прессования синтети-

ческих порошков и т.д. Мощными источниками ЭМП диапазона радиочастот являются телевизионные и радиолокационные станции, антенны радиосвязи и др.

Биологически значимыми являются электрические поля частотой 50 Гц, создаваемые воздушными линиями электропередачи и подстанциями. Напряженность магнитных полей промышленной частоты в местах размещения ЛЭП и подстанций сверхвысокого напряжения на 1-3 порядка превышает естественные уровни магнитного поля Земли. Высокие уровни ЭМИ наблюдаются на территориях и за пределами территорий размещения передающих радиочастотной низкой, средней и высокой частоты.

Бытовой электромагнитный фон обусловлен работой бытовых электроприборов, радио- и телеприемников, микроволновых печей, радиотелефонов, компьютеров и т.д.

Оценка опасности воздействия ЭМИ на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Реакция организма человека на составляющие ЭМП не является одинаковой, поэтому при оценке условий работы необходимо учитывать электрическую и магнитную напряженность поля. Неблагоприятные воздействия токов промышленной частоты проявляются только при напряженности магнитного поля порядка 160-300 А/м. Практически при обслуживании даже мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность поля не превышает 20-25 А/м. Поэтому оценку потенциальной опасности воздействия ЭМП достаточно производить по величине электрической напряженности поля.

Спектр ЭМИ природного и техногенного происхождения, оказывающий влияние на организм человека, имеет диапазон волн от тысячи километров (переменный ток) до триллионной части миллиметра (космические энергетические лучи). В настоящее время наибольшее распространение как в науке, так и в промышленности получили ЭМИ с частотами, шкала которых представлена на рис. 8.3.

В производственных условиях на работающих оказывает воздействие ЭМИ широкого спектра. В зависимости от диапазона волн различают:

- ЭМИ радиочастот (10^7 - 10^4 м);
- инфракрасное излучение ($< 10^4$ - $7,5 \cdot 10^7$ м);
- видимую область ($7,5 \cdot 10^7$ - $4 \cdot 10^4$ м);
- ультрафиолетовое излучение ($< 4 \cdot 10^4$ - 10^9 м);
- рентгеновское (гамма-) излучение ($< 10^9$ м).

Существует и электротехническая шкала источников ЭМИ:

- низкочастотные - НЧ (0-60 Гц);
- среднечастотные - СЧ (60 Гц-10 кГц);
- высокочастотные - ВЧ (10 кГц-300 МГц);
- сверхвысокочастотные - СВЧ (300 МГц-300 ГГц).

По виду воздействия различают *изолированное* (от одного источника), *сочетанное* (от двух и более источников одного частотного диапазона), *смешанное* (от двух и более источников различных частотных диапазонов) и *комбинирован-*

ное (в случае одновременного действия какого-либо другого неблагоприятного фактора) ЭМИ.

По времени воздействия в общем случае для единичного источника ЭМИ можно выделить два основных варианта облучения: *непрерывное стационарное* и *прерывистое*.

Отношение облучаемого лица к источнику облучения ЭМИ может быть *профессиональным*, т.е. обусловленным выполнением производственных операций, и *непрофессиональным*.

В радиационной гигиене различают *общее* (воздействию ЭМИ подвергается все тело) и *локальное* (местное) облучение.

Влияние ЭМП на организм зависит от таких физических параметров, как длина волны, интенсивность излучения, режим облучения - непрерывный и прерывистый, а также от продолжительности воздействия на организм, сочетанности воздействий с другими производственными факторами (повышенная температура воздуха, наличие рентгеновского излучения, повышенного уровня шума и вибрации и др.). Наиболее биологически активен диапазон СВЧ, менее - УВЧ, затем диапазон ВЧ (длинные и средние волны), т.е. с уменьшением длины волны биологическая активность ЭМИ всегда возрастает.

ЭМИ, оказывая воздействие на физико-химические процессы в биосистемах, создает напряжение на субмолекулярном и молекулярном уровнях. Установлено, что воздействие ЭМП радиотелефона на область головы пользователя способствует развитию умеренно выраженной брадикардии и повышает электрокинетическую активность ядер клеток эпителия кожи. Возникновение брадикардии при воздействии низких уровней СВЧ-излучения обусловлено в основном нарушениями центральных и периферических иннервационных механизмов регуляции деятельности сердца.

В Республике Беларусь для регламентации безопасности воздействия ЭМИ на человека используются следующие документы: ГОСТ 12.1.006, СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002, Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к электромагнитным полям в производственных условиях» - 2010 и др.

Нормируемыми параметрами переменного магнитного поля являются напряженность поля и магнитная индукция.

Напряженность электрического поля в данной точке представляет собой физическую величину, численно равную силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку поля. Напряженность электрического поля измеряется в вольтах на метр (В/м) или в ньютонах на кулон (Н/К).

Электрическое поле, в котором напряженность одинакова во всех точках, называется *однородным*.

Магнитная индукция (плотность магнитного потока) - это физическая величина, численно равная силе, с которой магнитное поле действует на проводник единичной длины, расположенный перпендикулярно к силовым линиям магнитного поля (МП), при токе в проводнике, равном единице силы тока. Единицей магнитной индукции является Тэсла (Тл), т.е. индукция такого поля, в котором на

каждый метр длины проводника с током в 1 А, расположенного перпендикулярно к полю, действует сила в 1 Н (1 Тл=1 Н/А·м).

Кроме индукции магнитное поле характеризуется напряженностью (А/м) и *магнитным потоком*, который представляет собой число силовых линий, проходящих через перпендикулярно расположенную к ним площадку. Единицей магнитного потока является Вебер (Вб) - это поток индукции в 1 Тл через площадку площадью 1 м².

Нормирование ЭМП диапазона частот 10 – 30 кГц осуществляется отдельно по напряженностям электрического и магнитного полей в зависимости от времени воздействия и составляет соответственно 500 В/м и 50 А/м в течение рабочей смены. При воздействии ЭМП этого диапазона до 2-х часов за смену напряженности электрического и магнитного полей составляют 1000 В/м и 100 А/м.

По ГОСТ 12.1.006 допустимые уровни воздействия ЭМП радиочастот оцениваются показателями интенсивности поля и создаваемой им энергетической нагрузкой.

В диапазоне частот 60 кГц-300 МГц интенсивность ЭМП характеризуется напряженностью электрического E и магнитного H полей, *энергетическая нагрузка* (ЭН) представляет собой произведение квадрата напряженности поля на время его воздействия.

Энергетическая нагрузка, создаваемая соответственно электрическим и магнитным полем, равна

$$\text{ЭН}_E = E^2 T,$$

$$\text{ЭН}_H = H^2 T,$$

В диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц интенсивность ЭМП характеризуется *поверхностной плотностью потока энергии ППЭ*, поэтому энергетическая нагрузка будет представлять собой

$$\text{ЭН}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T,$$

Предельно допустимые значения E и H в диапазоне частот 60 кГц-300 МГц на рабочих местах персонала определяются исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формулам

$$E_{\text{ПД}} = \sqrt{\text{ЭН}_{E_{\text{ПД}}} / T},$$

$$H_{\text{ПД}} = \sqrt{\text{ЭН}_{H_{\text{ПД}}} / T},$$

где - $E_{\text{ПД}}$ и $H_{\text{ПД}}$ – предельно допустимые значения напряженности электрического, В/м, и магнитного, А/м, полей;

T - время воздействия, ч;

$\text{ЭН}_{E_{\text{ПД}}}$ и $\text{ЭН}_{H_{\text{ПД}}}$ - предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня, (В/м)²ч и (А/м)²ч.

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне частот от 0,06 до 3 МГц допустимо при условии

$$\frac{\text{ЭН}_E}{\text{ЭН}_{E_{\text{ПД}}}} + \frac{\text{ЭН}_H}{\text{ЭН}_{H_{\text{ПД}}}} \leq 1,$$

где ЭН_E и ЭН_H - энергетические нагрузки, характеризующие воздействия электрического и магнитного полей.

Предельно допустимые значения ППЭ ЭМП в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц определяются исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формуле

$$\text{ППЭ}_{\text{ПД}} = K \text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{ПД}}} / T,$$

где $\text{ППЭ}_{\text{ПД}}$ — предельно допустимое значение плотности потока энергии, Вт/м² (мВт/см², мкВт/см²);

$\text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{ПД}}}$ – предельно допустимая величина энергетической нагрузки, равная 2 Вт·ч/м² (200 мкВт·ч/см²);

K - коэффициент ослабления биологической эффективности, равный: 1 - для всех случаев воздействия, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн; 10 - для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн с частотой вращения или сканирования не более 1 Гц и скважностью не менее 50;

T — время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

Во всех случаях максимальное значение $\text{ППЭ}_{\text{ПД}}$ не должно превышать 10 Вт/м² (1000 мкВт/см²).

Предельно допустимые уровни напряженности и магнитной индукции постоянного магнитного поля нормируются Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к электромагнитным полям в производственных условиях» - 2010 (табл. 8.1).

Таблица 8.1. Предельно допустимые уровни напряженности и магнитной индукции постоянного магнитного поля при непрерывном действии*

Время воздействия за рабочий день, мин	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	Напряженность, кА/м	Магнитная индукция, мТл	Напряженность, А/м	Магнитная индукция, мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

*1А/м = 1,25 мкТл; 1 мкТл = 800 А/м; 8 кА/м = 10 мТл.

При воздействии на работающих электрического поля промышленной частоты (50Гц) предельно допустимый уровень напряженности составляет 5 кВ/м в течение рабочей смены. При напряженностях свыше 5 до 20 кВ/м допустимое время пребывания работающих без применения СИЗ устанавливается нормами в пределах от 380 (6 кВ/м) до 30 минут (20 кВ/м). При напряженности электрического поля свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания составляет 10 минут. Пребывание работающих в электрическом поле с напряженностью более 25 кВ/м без СИЗ запрещается.

Нормируются также уровни напряженности и магнитной индукции переменного магнитного поля при импульсном (прерывном) действии магнитного поля.

Длина волны ЭМП, формируемая источником, позволяет выбрать соответствующий прибор контроля электромагнитного излучения. Для низкочастотных источников ЭМП (НЧ, ВЧ, УВЧ-диапазоны) необходимо использовать приборы, измеряющие электрическую и магнитную составляющие ЭМП; для СВЧ-диапазона - приборы, позволяющие измерять плотность потока энергии.

Основными техническими параметрами приборов являются: диапазон частот, на который рассчитан измеритель, оснащенный антеннами; пределы измерений энергетических параметров ЭМП; основная погрешность измерений, обычно выражаемая в децибелах.

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут использоваться следующие методы и средства защиты:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;
- применение средств индивидуальной защиты.

Защиту временем используют в тех случаях, когда отсутствует реальная возможность снизить напряженность ЭМП до предельно допустимого уровня. Допустимое время облучения τ можно найти из выражения

$$6,42 = \text{ППМ} \operatorname{th}(0,05\tau)^{1,2},$$

где ППМ - плотность потока мощности электромагнитной волны, Вт/см²;
 $\operatorname{th}(0,05\tau)^{1,2}$ – гиперболический тангенс.

Защита расстоянием используется в тех случаях, когда невозможно снизить интенсивность излучения другими методами и сокращением времени облучения.

Для диапазона длинных, средних, коротких и ультракоротких волн расстояние можно определить по формуле

$$R = \sqrt{30PG / E_{\text{доп}}},$$

где P - средняя выходная мощность, Вт;

G - коэффициент направленности антенны;

$E_{\text{доп}}$ - допустимая напряженность электрического поля.

Для волн СВЧ-диапазона E , соответствующее $\text{ППМ}_{\text{доп}}$, находят из выражения

$$E = \sqrt{PG / 4\pi \text{ППМ}_{\text{доп}}},$$

Этот метод является наиболее эффективным, так как может использоваться для защиты работающих в производственных условиях и населения в селитебной зоне.

Снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике является универсальным методом и достигается, прежде всего, заменой источника на менее мощный, а также регулировкой генератора. Кроме того, можно использовать специальные устройства - аттенюаторы (ослабители), которые поглощают, отражают или ослабляют передаваемую энергию на пути от генератора к потребителю и т.д.

При использовании метода *экранирования источника* учитывают характер и мощность источника излучения, его рабочую частоту, особенности технологического процесса. Для разработки экранов используют такие явления, как поглощение ЭМИ и его отражение от материала экранов. Поглощение ЭМИ обуславливается тепловыми потерями в толще материала и зависит от его электромагнитных свойств (электрической проводимости, магнитной проницаемости и т.п.). Отражение связано с различием электромагнитных свойств воздуха (или другой среды, в которой распространяется ЭМП) и материала экрана.

Для изготовления экранов применяют либо тонкие металлические (сталь, алюминий, медь, сплавы) листы, либо металлические сетки. При этом экраны должны тщательно заземляться.

Металлические экраны практически непроницаемы для ЭМИ радиочастотного диапазона за счет их отражающей и поглощающей способности.

Экраны с низким коэффициентом отражения являются поглощающими.

Резиновые коврики типа ВКФ, В2Ф и другие представляют собой прессованные листы резины специального состава с коническими, сплошными или полыми шинами.

Поглощающие экраны должны обладать минимальной величиной отражения ЭМИ в широком диапазоне частот, большой величиной затухания проникающего в материал ЭМИ и не должны менять поляризацию отраженных колебаний.

Защита рабочего места от излучения достигается локализацией ЭМП в помещении. Для этого используют электрогерметичные помещения, аппаратные и кабины, представляющие собой замкнутые электромагнитные экраны. В таких помещениях экранируются стены, потолок, пол, оконные и дверные проемы и вентиляционные системы.

Помещения, в которых предполагается проводить настройку, регулирование и испытание установок, генерирующих высокоинтенсивные ЭМП, необходимо обустроить так, чтобы при включении последних на полную мощность, их излучение практически не проходило через стены, перекрытия, оконные проемы и двери в смежные помещения.

Кроме того, для ослабления ЭМИ необходимо подбирать и соответствующие материалы (табл. 8.2).

Таблица 8.2. Ослабление ЭМИ строительными конструкциями

Материал и элементы конструкции	Ослабление потока мощности, дБ, при длине
---------------------------------	---

	волн ЭМИ, λ	
	$\lambda = 3$ см	$\lambda = 10$ см
Кирпичная стена, 70 см	21	16
Междуэтажное перекрытие	22	2
Оштукатуренная стена здания	12	8
Окна с двойными рамами	18	7

При защите помещений от внешних ЭМИ применяются оклеивание стен специальными металлизированными обоями, сетка на окнах, специальные металлизированные шторы и т.п.

В качестве экранирующего материала для световых проемов, приборных панелей, смотровых окон используют оптически прозрачное стекло, покрытое полупроводниковым диоксидом олова. Световые проемы или смотровые окна на более низких частотах могут также экранироваться заземленной металлической сеткой.

Согласно санитарным нормам источники магнитного поля, расположенные в общих производственных помещениях, должны выделяться в отдельные участки на расстоянии 1,5-2,0 м друг от друга. Пульты управления источниками магнитного поля должны быть вынесены за пределы зоны поля с напряженностью более 8,0 кА/м (10 мТл).

Основными видами средств коллективной защиты работающих от воздействия электрического поля токов промышленной частоты являются экранирующие устройства. Они могут быть стационарными и переносными.

Стационарные экранирующие устройства представляют собой составную часть электроустановки и предназначены для защиты персонала в открытых распределительных устройствах и воздушных линиях электропередач. Конструктивно они изготавливаются в виде козырьков, навесов или перегородок из металлических канатов, прутков, сеток.

В высокочастотных установках индукционного нагрева применяется либо общее экранирование установок, либо экранирование отдельных блоков.

Экран плавильного или закалочного индуктора выполняется в виде подвижной металлической камеры, опускающейся во время нагрева и поднимающейся после его окончания, или в виде неподвижной камеры с открывающейся дверью.

В установках диэлектрического нагрева экранированию подлежат пластины рабочего конденсатора и фидеры, подводящие к ним высокочастотную энергию. Экран может выполняться в виде металлической камеры, шкафа, короба и т.п.

Переносные экранирующие устройства - это переносимые или перевозимые изделия в виде замкнутых конструкций из металлических сеток.

Наряду со стационарными и переносными экранирующими устройствами используются и индивидуальные экранирующие комплекты, в которые входят спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, рук и лица. Они предназначены для защиты персонала от воздействия электрического поля, напряженность которого не превышает 60 кВ/м, создаваемого электроустановками напряжением 400, 500 и 750 В и частотой 50 Гц.

Средства индивидуальной защиты от воздействия ЭМИ должны использоваться только в аварийных режимах либо при проведении кратковременных работ.

В качестве таких средств используются очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани. Для защиты тела, рук и ног применяют комбинезоны или полукombineзоны, халаты и куртки с капюшоном, жилет, фартук, рукавицы, обувь. Спецодежду обычно изготавливают из трех слоев ткани. Внутренний и наружный слои делают из хлопчатобумажной ткани (диагональ, ситец), а средний, защитный слой - из радиотехнической ткани, имеющей проводящую сетку. Все части защитной одежды должны иметь между собой электрический контакт.

Радиозащитные очки изготавливают из стекла, покрытого полупроводниковым диоксидом олова.

К организационным мероприятиям относятся: строгое выполнение требований к персоналу (возраст, пол, медицинское освидетельствование, обучение, проверка знаний, инструктаж и т.п.); рациональное размещение источников ЭМИ; оптимальные режимы работы оборудования и персонала; применение средств предупреждающей сигнализации (световой, звуковой, знаковой и др.).

Для предупреждения профессиональных заболеваний лиц, работающих в условиях ЭМИ, применяются такие меры, как предварительный (для поступающих на работу) и периодический (не реже одного раза в год) медицинские осмотры, а также ряд мер, способствующих повышению устойчивости организма человека к действию ЭМИ.

К мероприятиям, способствующим повышению резистентности организма к ЭМП, могут быть отнесены регулярные физические упражнения, рационализация времени труда и отдыха, а также использование лекарственных препаратов и общеукрепляющих витаминных комплексов.

8.3. Нормирование и защита работающих от ультрафиолетового излучения

Ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) - это электромагнитное излучение в оптической области в диапазоне 200-400 нм с частотой колебаний от 10^{13} до 10^{16} Гц, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету. Оно относится к неионизирующим излучениям. Естественным источником УФ-излучения является Солнце. В промышленности источниками этого излучения могут быть газоразрядные источники света, электрические дуги, плазматроны, лазеры и др.

УФ-излучение, так же как и инфракрасное, в зависимости от длины волны делится на три области:

- УФ-А - длинноволновая (400-315 нм);
- УФ-В - средневолновая (315-280 нм);
- УФ-С - коротковолновая (280-200 нм).

В качестве примера в табл. 8.3 приведены характеристика УФ-излучения при сварочных работах.

Таблица 8.3

Характеристика УФ-излучения при сварочных работах

Виды сварочных работ	Значения показателей	Плотность потока УФ-излучения, Вт/м ²		
		УФ-С	УФ-В	УФ-А
Ручная электродуговая	мин-макс	1,3 – 16,6	1,5 – 17,9	2,2 – 25,1
	среднее	9,5	7,2	9,8
Полуавтоматическая	мин-макс	4,1 – 28,5	2,7 – 13,9	2,8 – 19,4
	среднее	16,1	8,0	10,3
Газовая	мин-макс	0 – 0,06	0 – 0,06	0 – 0,13
	среднее	0,003	0,02	0,05

УФ-излучение с длиной волны 400-315 нм имеет слабое биологическое действие, область волн 315—280 нм характеризуется сильным воздействием на кожу и противорахитичным действием. Для волн 280-200 нм свойственно бактерицидное действие.

УФ-излучение характеризуется двояким действием на организм: с одной стороны, опасностью переоблучения, а с другой - необходимостью для нормального функционирования организма.

Длительное воздействие больших доз УФ-излучения может привести к серьезным поражениям глаз и кожи. Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов (воспаления роговицы) и помутнения хрусталика глаза. Продолжительное воздействие больших доз УФ-излучения особенно в области излучения 280-200 нм оказывает сильное разрушительное действие на клетку, а также бактерицидное действие вследствие коагуляции белков, что может привести к развитию рака кожи. Пораженный участок кожи имеет отечность, ощущается жжение и зуд, появляются дерматиты. Воздействие повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему сопровождается головной болью, тошнотой, головокружением, повышением температуры тела, утомляемостью, нервным возбуждением и др.

УФ-излучение с длиной волны менее 320 нм, действуя на глаза, вызывает *электроофтальмию*. Уже на начальной стадии этого заболевания человек чувствует резкую боль и ощущение песка в глазах, ухудшение зрения, головную боль, обильное слезотечение, иногда светобоязнь, что в итоге приводит к поражению роговицы. Воздействие УФ-излучения на человека оценивается *эритемным действием* (от греч. erythema - краснота), т.е. покраснением кожи, которое в дальнейшем приводит к ее пигментации (загару).

Для биологических целей мощность УФ-излучения оценивается *эритемным потоком*, единицей которого является эр (один эр - это эритемный поток, соответствующий потоку излучения с длиной волны 297 нм и мощностью 1 Вт), *эритемной освещенностью*, эр/м², и *эритемной дозой*, (эр·ч)/м².

В зависимости от УФ-дефицита и контингента населения рекомендуются дозы в пределах 0,125-0,75 эритемной дозы (10-60 мэрч/м²).

Допустимая интенсивность УФ-излучения нормируется СанПиН 2.2.4.13-45-2005. Нормативные значения интенсивности излучения установлены с учетом

продолжительности воздействия УФ-излучения на работающих, его спектрального состава и обязательного использования индивидуальных средств защиты.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин не должна превышать для диапазонов: УФ-А - 50 Вт/м^2 ; УФ-В - $0,05 \text{ Вт/м}^2$; УФ-С - $0,001 \text{ Вт/м}^2$.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения (50% рабочей смены) и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должна превышать для УФ-А - 10 Вт/м^2 , УФ-В - $0,01 \text{ Вт/м}^2$. Воздействие УФ-С в этом случае не допускается.

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих УФ-излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т.п.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200-315 нм) не должна превышать 1 Вт/м^2 .

Основными способами защиты работающих от воздействия ультрафиолетового излучения являются защита расстоянием, экранирование рабочих мест, специальная окраска помещений, рациональное размещение рабочих мест и использование индивидуальных средств.

Защита расстоянием - это удаление обслуживающего персонала от источников УФ-излучения на безопасную величину. Расстояния, на которых уровни УФ-излучения не представляют опасности для работающих, определяются только экспериментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида источника излучения, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т.д.

Наиболее рациональным методом защиты является *экранирование* (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений.

Для защиты работающих от избытка УФ-излучения используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны» и др. В производственных условиях применяются стены, кабины, щитки, ширмы, очки с защитными стеклами. Полную защиту от УФ-излучения всех волн обеспечивает флинт-глас (стекло с оксидом свинца) толщиной 2 мм. Кабины изготавливаются высотой 1,8-2 м, причем их стенки не должны доходить до пола на 25-30 см для улучшения проветривания.

При размещении рабочих помещений необходимо учитывать, что отражающая способность различных отделочных материалов для УФ-излучения иная, чем для видимого света. Хорошо отражают УФ-излучение полированный алюминий и меловая побелка, в то время как оксиды цинка и титана на масляной основе - плохо.

Для защиты от УФ-излучения обязательно применяются *индивидуальные средства защиты*, которые состоят из спецодежды (куртка, брюки), рукавиц,

фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения. Для защиты глаз, например, при ручной электросварке применяют светофильтры следующих типов: для электросварщиков при сварочном токе 30-75 А - Э-1; 75-200 А - Э-2; 200-400 А - Э-3 и при токе 400 А - Э-4.

Кроме того, для защиты кожи от УФ-излучения используются мази, содержащие вещества, обладающие защитным эффектом (салол, салицилово-метилловый эфир и др.), а также спецодежда из льняных и хлопчатобумажных тканей с искростойкой пропиткой и из грубошерстяного сукна.

8.4. Защита от источников лазерного излучения

Источником лазерной опасности являются генераторы когерентного (согласованного по времени) электромагнитного излучения (лазеры), характеризующегося высокой направленностью и большой плотностью энергии.

Лазерное излучение обладает высокой удельной мощностью (около 10 Вт/см²), луч его может быть сфокусирован при помощи линз до размера 0,01 мм.

Лазерные лучи образуются за счет возбуждения некоторых оптически активных материалов, атомы которых легко возбуждаются при облучении светом. Такими активными материалами могут быть рубин, газы, полупроводники, некоторые жидкости. При воздействии лазерного луча электроны оптически активных материалов переходят на более высокий энергетический уровень, отдают энергию в виде излучения света определенной длины, затем вновь возвращаются на свой первоначальный уровень.

Лазеры используются во многих областях деятельности: скоростная резка различных материалов, сварка, плавка, измерительная техника, системы передачи информации и наведения, оружие, термообработка, сверление отверстий, дефектоскопия, полиграфия, медицина и др.

Лазерное излучение представляет собой электромагнитное излучение, генерируемое в диапазоне длин волн 0,2...1000 мкм. При оценке его биологического действия этот диапазон волн делится на следующие области, мкм:

- 1 – ультрафиолетовую 0,2 – 0,4;
- 2 – видимую 0,4 – 0,75;
- 3 – инфракрасную 0,75 – 1;
- 4 – дальнюю инфракрасную – выше 14.

По воздействию лазерное излучение делится на:

- прямое (заключенное в ограниченном телесном угле);
- рассеянное (рассеянное от вещества, находящегося в составе среды, через которую проходит лазерный луч);
- зеркально-отраженное (отраженное от поверхности под углом, равным углу падения излучения);
- диффузно-отраженное (отражается от поверхности по разным направлениям).

Работающие с лазерами могут подвергаться воздействию следующих вредных и (или) опасных факторов:

- ◆ прямое, отраженное и рассеянное лазерное излучение;
- ◆ световое излучение импульсных ламп накачки и зоны взаимодействия лазерного излучения с материалами мишени;
- ◆ ультрафиолетовое излучение ламп накачки;
- ◆ шум (иногда до 100 дБА) и вибрация;
- ◆ инфракрасное излучение и тепловыделение от оборудования и нагретых поверхностей;
- ◆ ионизирующие излучения;
- ◆ электромагнитные поля ВЧ и СВЧ-диапазона от генераторов накачки;
- ◆ высокое напряжение в электрической цепи питания ламп накачки, поджига и газового разряда;
- ◆ запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны продуктами взаимодействия лазерного луча с мишенью и токсичные вещества, используемые в конструкции лазера.

Степень воздействия лазерного излучения на организм человека зависит от его интенсивности и частоты повторения импульсов, продолжительности воздействия, а также от биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов. Степень повреждения глаз может меняться от слабых ожогов до полной потери зрения.

Прямое воздействие лазерного излучения может привести к поражению глаз, кожи и других органов. Чувствительность роговицы и хрусталика глаза, а также способность его оптической системы увеличивать плотность энергии видимого и инфракрасного диапазонов на глазном дне в $6 \cdot 10^4$ раз по отношению к роговице делают этот орган наиболее уязвимым.

Лазерное излучение, особенно дальней инфракрасной области спектра (более 14 мкм), способно проникать через ткани тела на значительную глубину, поражая внутренние органы. Повреждения кожи могут быть различными – от покраснения до поверхностного обугливания и образования глубоких дефектов. Минимальное повреждение кожи развивается уже при плотности энергии $0,1 \dots 1 \text{ Дж/см}^2$.

Кроме того, хроническое воздействие диффузно-отраженного лазерного излучения может вызывать вегетативно-сосудистые нарушения, функциональные сдвиги нервной, сердечно-сосудистой систем, желез внутренней секреции, а также может привести к изменению артериального давления, утомляемости, снижению работоспособности.

По степени опасности генерируемого излучения лазеры подразделяются на 4 класса. Лазеры 1 класса полностью безопасны.

Требования к безопасности лазеров установлены СанПиН 2.2.4.13-2-2006 «Лазерное излучение и гигиенические требования при эксплуатации лазерных изделий». Предельно допустимые уровни лазерного излучения установлены для двух условий облучения – однократного и хронического при облучении глаз и кожи для трех диапазонов длин волн: I - $180 < \lambda \leq 380 \text{ нм}$; II - $380 < \lambda \leq 1400 \text{ нм}$ и III - $400 < \lambda \leq 10^5 \text{ нм}$. ПДУ регламентируются на роговице, сетчатке и коже в зависимости от

длины волны, длительности импульса, частоты их повторения и длительности воздействия.

При эксплуатации лазеров 11 – 1У классов проводят контроль уровней облучения персонала не реже одного раза в год. В помещениях с лазерами 111 – 1У классов необходимо контролировать уровни шума и вибрации на рабочих местах, а для лазеров У класса – интенсивность ЭМП, ионизирующего излучения и содержание токсичных веществ. При работе с ними используют защитные маски.

Средства защиты должны снижать уровни лазерного излучения, действующего на человека до величины ниже ПДУ. При этом они не должны снижать эффективность технологического процесса и работоспособность оператора.

К коллективным средствам защиты относятся защитные экраны и кожухи, дистанционные системы наблюдения, различные виды блокировок и сигнализации, ограждение лазерно-опасной зоны и др. Лазеры 111 и 1У классов снабжаются экранами из огнестойких неплавящихся материалов, 11 и 1У классов – сигнальными устройствами, а У класса – дистанционным управлением. Включение лазеров блокируется с установкой экрана. В зоне основного луча лазера исключается пребывание людей. Лазеры У класса должны размещаться в отдельных помещениях с матовыми стенами и потолком. Помещение с лазером отмечается знаком лазерной опасности по ГОСТ 12.4.026.

В качестве СИЗ используются - защитные очки, щитки, маски, насадки; средства защиты рук и специальная одежда. Для противолазерных очков и светофильтров применяются специальные стекла, защищающие глаза от лазерного излучения с различной длиной волны.

8.5. Комбинированное действие вредных факторов на организм человека

В течение всей своей профессиональной жизни на человека воздействует комплекс факторов производственной и окружающей среды. При определенных условиях каждый из них, а также их разнообразные комбинации могут приводить к существенному напряжению адаптационных возможностей организма человека, а в дальнейшем и к срыву адаптации. Стрессирующее воздействие данных факторов определяется как их физическими характеристиками (дозовая нагрузка), так и функциональным состоянием ведущих систем организма, его индивидуальной чувствительностью к раздражителю.

В производственных условиях работающие подвергаются, как правило, *сочетанному*, многофакторному воздействию, эффект которого может оказаться более значительным, чем при изолированном действии того или иного фактора.

Установлено, что токсичность ядов в определенном температурном диапазоне является наименьшей, усиливаясь как при повышении, так и понижении температуры воздуха. Главной причиной этого является изменение функционального состояния организма: нарушение терморегуляции, потеря воды при усиленном потоотделении, изменение обмена веществ и ускорение биохимических процессов. Учащение дыхания и усиление кровообращения приводят к увеличению поступления яда в организм через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых повышает скорость всасывания токсических веществ через кожу и ды-

хательные пути. Усиление токсического действия при повышенных температурах воздуха отмечено в отношении многих летучих ядов: паров бензина, паров ртути, оксидов азота и др. Низкие температуры повышают токсичность бензола, сероуглерода и др.

Повышенная влажность воздуха увеличивает опасность отравлений особенно раздражающими газами. Причиной этого служит усиление процессов гидролиза, повышение задержки ядов на поверхности слизистых оболочек, изменение агрегатного состояния ядов. Растворение ядов с образованием слабых растворов кислот и щелочей усиливает их раздражающее действие.

Изменение атмосферного давления также влияет на токсический эффект. При повышенном давлении усиление токсического эффекта происходит вследствие двух причин: во-первых, наибольшего поступления ядов вследствие роста парциального давления газов и паров в атмосферном воздухе и ускоренного перехода их в кровь, во-вторых, за счет изменения функций дыхания, кровообращения, ЦНС и анализаторов. Пониженное атмосферное давление усиливает воздействие таких ядов, как бензол, алкоголь, оксиды азота, ослабляется токсическое действие озона.

Из множества сочетаний неблагоприятных факторов наиболее часто встречаются пылегазовые композиции. Газы адсорбируются и концентрируются на поверхности частиц. При этом локальная концентрация адсорбированных газов может превышать их концентрацию непосредственно в газовой фазе. Токсичность аэрозолей в значительной мере зависит от адсорбированных или содержащихся в них газов. Токсичность газо-аэрозольных композиций подчиняется следующему правилу: если аэрозоль проникает в дыхательные пути глубже, чем другой компонент смеси, то отмечается усиление токсичности. Токсичность смесей зависит не только от глубины проникновения в легкие, но и от скорости адсорбции и, главное, десорбции яда с поверхности частиц. Десорбция происходит в дыхательных путях и альвеолах и ее активность связана с физико-химическими свойствами поверхности аэрозолей и свойствами газов.

Рассматривая сочетанное действие неблагоприятных факторов физической и химической природы, следует отметить, что на высоких уровнях воздействия наблюдаются потенцирование, антагонизм и независимый эффект. На низких уровнях, как правило, наблюдаются аддитивные зависимости. Известно усиление эффекта токсического действия свинца и ртути, бензола и вибрации, карбофоса и ультрафиолетового излучения, шума и марганецсодержащих аэрозолей.

Шум и вибрация всегда усиливают токсический эффект промышленных ядов. Причиной этого является изменение функционального состояния ЦНС и сердечно-сосудистой системы. Шум усиливает токсический эффект оксида углерода, стирола, крекинг-газа и др. Вибрация, изменяя реактивность организма, повышает его чувствительность к другим факторам, например кобальту, кремниевым пылям, дихлорэтану; оксид углерода более токсичен в сочетании с вибрацией.

Ультрафиолетовое излучение, оказывая влияние на взаимодействие газов в атмосферном воздухе, способствует образованию смога. При ультрафиолетовом

облучении возможна сенсбилизация организма к действию некоторых ядов, например развитие фотодерматита при загрязнении кожи кварцсодержащей пылью. Вместе с тем ультрафиолетовое облучение может понижать чувствительность организма к некоторым вредным веществам вследствие усиления окислительных процессов в организме и более быстрого обезвреживания яда. Так, токсичность оксида углерода при ультрафиолетовом облучении снижается благодаря ускоренной диссоциации карбоксигемоглобина и более быстрого выведения яда из организма.

Большое значение имеет комбинированное влияние ионизирующего излучения и химического фактора. Например, установлено, что острое воздействие ядов, вызывающее в организме гипоксию (снижение кислорода в тканях) и одновременное и последовательное действие ионизирующей радиации, сопровождается ослаблением тяжести радиационного поражения, т.е. способствует большей радиоустойчивости организма. Такой эффект замечен для оксида углерода, анилина, цианидов, а также веществ, относящихся к классу индолилалкиламинов, производных триптофана (серотонин, мексамин). К другой группе веществ, снижающих радиочувствительность биологических тканей, относятся меркаптоалкиламины. Защитное действие гипоксии и некоторых веществ наиболее выражено при воздействии гамма- и рентгеновского излучения, при нейтронном облучении, при облучении тяжелыми ядрами атомов.

Известно также усиление эффекта действия вследствие синергизма радиационного воздействия и теплоты, радиации и кислорода.

К числу радиосенсбилизующих относятся ртуть и ее соединения, формальдегид, вещества, относящиеся к сульфогидрильным ядам.

Тяжелый физический труд сопровождается повышенной вентиляцией легких и усилением скорости кровотока, что приводит к увеличению количества яда, поступающего в организм. Кроме того, интенсивная физическая нагрузка может приводить к истощению механизмов адаптации с последующим развитием профессионально-обусловленных заболеваний.

Контрольные вопросы

1. Каковы природа и свойства статического электричества?
2. Какие средства коллективной защиты от статического электричества используются на производстве?
3. Как воздействует электромагнитное излучение на организм человека и методы защиты от его воздействия?
4. Что такое ультрафиолетовое излучение и его воздействие на организм человека?
5. Какие опасные и вредные факторы воздействуют на человека при эксплуатации лазеров?
6. Как нормируется лазерное излучение и какие существуют методы защиты человека от его источников?
7. В чем заключается комбинированное действие вредных факторов на организм человека?

ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Безопасность производства – оптимальный баланс производственного процесса, оборудования, рабочих мест и поведения человека, ограничивающего воздействие на работающего опасных и вредных производственных факторов. Уровень безопасности считается приемлемым, если обеспечивается соблюдение требований нормативных актов по охране труда.

Глава 9. Безопасность производственных зданий и территорий

9.1. Генеральный план и планировка территории

Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации производственных предприятий определены Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к условиям труда работников и содержанию производственных предприятий» – 2010, СанПиН №8-16 РБ 2002 «Основные санитарные правила и нормы при проектировании, строительстве, реконструкции и вводе объектов в эксплуатацию», ТКП 45-3.01-155-2009 «Генеральные планы промышленных предприятий. Строительные нормы проектирования» и другими документами.

Генеральный план промышленного предприятия представляет собой вычерченную в масштабе схему промышленной площадки с изображенными проектируемыми и существующими зданиями и сооружениями, основными дорогами и проездами, благоустройством и озеленением территории.

Разработка генерального плана должна обеспечивать наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда, эффективность капитальных вложений, рациональную организацию производственных, транспортных и инженерных связей отдельных производств, а также с селитебной территорией, защиту прилегающих территорий от загрязнений и т.п.

Запрещается размещать, проектировать, строить и вводить в эксплуатацию объекты, оказывающие вредное воздействие, при котором имеется превышение гигиенических нормативов на данной территории.

Для действующих объектов разрешается проведение реконструкции или перепрофилирование производств при условии снижения уровней создаваемого загрязнения за пределами промышленной площадки до значений, не превышающих гигиенические нормативы, и выполнения иных требований, установленных законодательством.

Для предотвращения отрицательного воздействия на население городов опасных и вредных производственных факторов предприятия следует располагать по отношению к жилой застройке с учетом ветров преобладающего направления и размеров санитарно-защитных зон, устанавливаемых санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на

здоровье человека и окружающую среду утверждены постановлением Минздрава РБ 30.06.2009 г. №78.

Санитарно-защитная зона – (далее – СЗЗ) – территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает достаточный уровень безопасности здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) объектов на ее границе и за ней;

Предприятия и производства в зависимости от производственной мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсичных и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов подразделяются на 5 классов.

К первому классу относятся крупные производства аммиака, целлюлозы или полуцеллюлозы, диметилтерефталата, капролактама, цемента, доломита, предприятия по переработке нефти, горнообогатительные комбинаты, лесохимические комплексы, птицефабрики, свиноводческие комплексы и др.

Второй класс представляют производства серной кислоты, калийных солей, капроновой и лавсановой тканей, битума, стальных конструкций, асфальтобетона, извести, древесного угля, свинофермы и многие другие.

К третьему – пятому классам относятся многочисленные производства, перечисленные в санитарных правилах и нормах 2009 г.

В соответствии с этим документом для предприятий должны устанавливаться следующие базовые размеры СЗЗ: для 1 класса – 1000 м; 2—500 м; 3 – 300 м; 4 – 100 м и 5 – 50 м.

Размеры расчетной СЗЗ объекта устанавливаются при разработке соответствующего проекта с проведением расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ, уровней физического воздействия, а также с учетом результатов аналитического (лабораторного) контроля и уровней физического воздействия для действующих аналогичных объектов, с оценкой риска здоровью населения.

Величина СЗЗ устанавливается от источников выбросов загрязняющих веществ до границ территорий объектов социального назначения; границ земельных участков (при усадебном типе застройки) либо окон жилых домов (при многоэтажной жилой застройке).

Степень озеленения территории СЗЗ должна быть не менее:

- 60% ее площади – для объектов с размерами СЗЗ не более 100 м;
- 50% ее площади – для объектов с размерами СЗЗ от 101 до 500 м;
- 40% ее площади – для объектов с размерами СЗЗ от 501 до 1000 м и более (с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки).

В генеральных планах промышленных предприятий должно быть предусмотрено: функциональное зонирование территории с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, грузооборота и видов производственного транспорта; обеспечения производственными, транспортными и инженерными коммуникациями.

При зонировании территории промышленного предприятия ее разделяют на участки, общие по функциональному назначению, санитарной характеристике,

видам транспортного обслуживания, потреблению электроэнергии, людским потокам и др. При этом на промышленной площадке предусматривают следующие зоны: *предзаводскую*, где размещаются заводоуправление, проходная, столовая, здания медицинского, учебного и культурно-бытового обслуживания; *производственную*, с основными производственными цехами (обрабатывающие и сборочные), сооружениями водоснабжения и энергетических устройств, зданиями бытовых и других помещений, радиус доступности которых не позволяет разместить их вне производственной зоны; *подсобных производств*, в которые входят вспомогательные цехи (ремонтно-механические и ремонтно-строительные), станции перекачки, транспортные сооружения; *складские*, т.е. сооружения для сырья и готовой продукции.

Нерациональное зонирование территории вызывает перерасход территории, ухудшает связь между отдельными производствами, усложняет обслуживание предприятия, затрудняет его реконструкцию и расширение.

Производственные здания группируют с учетом общности санитарных и противопожарных требований, а также удобства грузооборота и коротких маршрутов людских потоков. Здания и сооружения с повышенной пожарной опасностью или с возможностью выделения вредных веществ располагают с подветренной стороны по отношению к другим постройкам. Помещения и склады легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ размещают на особых участках в соответствии с ТНПА.

Бытовые и административно-хозяйственные здания располагают со стороны интенсивного движения людских потоков. Основные и подсобные цехи, а также закрытые прицеховые склады объединяют в блоки зданий одноэтажной или многоэтажной застройки во всех случаях, когда такое объединение целесообразно по производственным условиям и допустимо по санитарно-гигиеническим требованиям, правилам охраны труда и пожарной безопасности.

При зонировании территории предприятия следует учитывать, что складские здания и сооружения должны прилегать к транспортным путям. Места хранения огнеопасных жидкостей выполняют с обвалованием и по возможности размещают в низко расположенных местах территории с тем, чтобы в случае пожара горящая жидкость не могла стекать к другим объектам.

Размещение проектируемых цехов должно увязываться с технологическими процессами производства с учетом способов подачи сырья и вывоза готовой продукции.

Цеха со взрыво- или пожароопасными производствами, склады нефтепродуктов и сгораемых материалов не следует располагать по отношению к другим объектам застройки с наветренной стороны для ветров преобладающего направления.

Санитарные разрывы от открытых складов угля и других пылящих материалов до производственных зданий должно быть не менее 20 м, до зданий с бытовыми помещениями – 25 м.

Установки с открытыми источниками огня или выбросами искр нельзя располагать с наветренной стороны по отношению к складам нефтепродуктов и сго-

раемых материалов. Необходимо предусматривать удаление шумных производств от основных производственных объектов, административно-бытового корпуса, лабораторных помещений, медицинских учреждений и т. п.

Здания и сооружения следует располагать относительно сторон света и преобладающего направления ветров с учетом обеспечения наиболее благоприятного естественного освещения (инсоляции), проветривания площадки предприятия, предотвращения снежных или песчаных заносов.

Водозаборные сооружения питьевого и бытового, а при необходимости и производственного водопроводов для предприятий должны быть расположены по течению реки выше населенного пункта и промышленных объектов.

При сбросе сточных вод предприятий в открытые водоемы необходимо предусматривать участки для размещения сооружений по очистке этих вод от загрязняющих веществ. Место сброса сточных вод в реку следует располагать по течению реки ниже населенного пункта.

Пожарное депо необходимо располагать на изолированных участках с выездами на дороги общего пользования. При размещении пожарного депо на территории предприятия должна быть обеспечена возможность подъезда пожарных автомобилей ко всем зданиям, сооружениям, пожарным гидрантам и другим водисточникам, а также складам пенообразователя.

Предприятия с размерами площадки более 5 га должны иметь не менее двух въездов. К зданиям и сооружениям по всей их длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей: с одной стороны при ширине здания или сооружения до 18 м, с двух сторон – при ширине более 18 м. К зданиям с площадью застройки более 10 га или шириной 100 м подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

Санитарные разрывы между зданиями и сооружениями, освещаемыми через оконные проемы, должны быть не менее наибольшей высоты противостоящих зданий.

Площадка предприятия должна быть обеспечена достаточной сетью дорог, которая определяется не только транспортно-технологическими, но и противопожарными требованиями.

Для хорошего проветривания всей территории главное направление дорог должно быть параллельно направлению господствующих ветров.

Магистральные дороги, представляющие собой основные транспортные артерии, следует принимать шириной 10 м; второстепенные, ведущие к основным производственным зданиям, и вспомогательные, ведущие к остальным зданиям завода, – соответственно 6,5 и 3,5 м.

В соответствии с СНБ 2.02.04-03 «Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий» расстояния между зданиями и сооружениями классов Ф1-Ф4, Ф5.4 и зданиями и сооружениями классов Ф5.1- Ф5.3, а также между зданиями и сооружениями классов Ф5.1- Ф5.3 в зависимости от степени их огнестойкости принимаются в пределах 9 – 18 м. (табл.9.1).

Таблица 9.1. Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями

Степень огнестойко-	Минимальные разрывы между зданиями и сооружениями в зави-
---------------------	---

сти зданий и сооружений	симости от степени их огнестойкости и категории по взрывопожарной и пожарной опасности, м		
	1 – 1У	У, У1	У11, У111
1 – 1У	Не нормируются – для зданий и сооружений категорий Г и Д, 9 – категорий А, Б и В	9	12
У, У1	9	12	15
У11, У111	12	15	18

Расстояние между стенами зданий, не имеющих оконных проемов, допускается уменьшать на 20%, за исключением зданий У – У111 степеней огнестойкости. Расстояния между складами (открытыми и закрытыми) и от них до зданий и сооружений нормируются и зависят от вместимости склада, видов хранимых материалов, степени огнестойкости здания, а между открытыми технологическими установками, агрегатами и оборудованием и от них до зданий и сооружений – по нормам технологического проектирования.

На площадке предприятия следует предусматривать также достаточную сеть пешеходных тротуаров шириной не менее 1,5 м.

Главный вход на предприятии предусматривается со стороны основного прохода или подъезда к предприятию. При устройстве нескольких проходных пунктов их следует располагать на расстоянии не более 1,5 км друг от друга. Расстояние от проходных пунктов до входов в бытовые помещения основных цехов, как правило, не должно превышать 800 м. При больших расстояниях необходимо предусматривать внутризаводской транспорт. Ширина ворот автомобильных въездов на площадку предприятия принимается по наибольшей ширине применяемых автомобилей плюс 1,5 м, но не менее 4,5 м, а ширина ворот для железнодорожных въездов не менее 4,9 м.

Основным технико-экономическим показателем генерального плана является *плотность застройки*, которая определяется процентным отношением площади застройки к общей площади. При этом площадь застройки определяется суммой площадей, занятых зданиями и сооружениями всех видов, а также открытыми складами или площадками для хранения готовой продукции.

Благоустроенные площадки для отдыха трудящихся и гимнастических упражнений следует размещать с наветренной стороны по отношению к производствам с вредными выбросами в атмосферу.

На генеральном плане предприятия показывается наружная противопожарная кольцевая водонапорная сеть с пожарными гидрантам и резервными противопожарными водоемами или резервуарами (если последние проектируются).

В левом верхнем углу генерального плана размещают *розу ветров*.

Розу ветров строят в соответствующем масштабе следующим образом. Окружность делят на 8 равных частей и в результате получают 8 румбов: С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. От центра окружности (начала координат) откладывают в выбранном масштабе (1 см = 5%) процент повторяемости ветров по соответствующим румбам. Полученные точки соединяют. В круге, расположенном в центре розы ветров, указываются число дней штиля в году. В розе ветров направление вет-

ра характеризуется вектором, направленным от вершины соответствующего румба к центру.

Рекомендуется по возможности промышленные предприятия располагать продольной осью параллельно или под углом 45° к направлению господствующих ветров.

Территория предприятия должна отвечать требованиям межотраслевых и отраслевых санитарных правил, Межотраслевым общим правилам по охране труда и других документов.

В соответствии с этими документами территория предприятий должна быть максимально озеленена и содержаться в чистоте. Проезды и проходы должны быть свободными для движения, выровнены, не иметь рытвин, ям и освещены. Хранение сыпучих и порошковых материалов необходимо осуществлять в закрытых складах. При отсутствии такой возможности санитарные разрывы от открытых складов пылящих материалов до производственных зданий должны быть не менее 20 м, до зданий бытовых помещений – 25 м, а до прочих вспомогательных зданий – 50 м. Эти разрывы должны быть озеленены и регулярно очищаться.

9.2. Требования безопасности к устройству зданий и помещений

Безопасность зданий должна обеспечиваться как на стадии проектирования, так и в процессах строительства и их эксплуатации. Основными документами, регламентирующими вопросы безопасности зданий и сооружений, являются Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» (ТР 2009/013/ВУ), ТКП 45-3.02-90-2008 «Производственные здания. Строительные нормы проектирования», ТКП 45-1.04-78-2007 «Техническая эксплуатация производственных зданий и сооружений. Порядок проведения» и СНБ 1.04.01-04 «Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценки их пригодности к эксплуатации».

В частности, в ТР 2009/013/ВУ указано, что сооружение должно быть спроектировано таким образом и построено из таких строительных материалов, изделий и конструкций, чтобы в течение расчетного периода эксплуатации обеспечивалось соблюдение *существенных требований безопасности*:

- механической прочности и устойчивости;
- пожарной безопасности;
- гигиены, защиты здоровья и наследственности человека, охраны окружающей среды;
- защиты от шума и вибрации;
- безопасности при эксплуатации;
- экономии энергии и тепловой защиты.

В перечисленных ТНПА предусмотрена система мероприятий, обеспечивающих сохранность зданий и сооружений, технически правильную их эксплуатацию и безопасность работающих в них людей. К ним относятся надзор за содержанием зданий и сооружений, проведение соответствующих осмотров, ремонтов, планирование и проведение профилактических и неотложных работ и т.п.

По каждому зданию и сооружению должна вестись эксплуатационная документация, включающая технический паспорт здания, акт приемки его в эксплуатацию, акты осмотров зданий, журнал его технической эксплуатации, отчеты о выполненных обследованиях и др.

Контроль за техническим состоянием зданий осуществляется его собственником, эксплуатирующей организацией или службой технической эксплуатации путем проведения плановых и неплановых (внеочередных) осмотров.

Производственные здания и сооружения в процессе эксплуатации должны находиться под систематическим наблюдением инженерно-технических работников, специально уполномоченных за сохранность этих объектов. Кроме этого, все производственные здания подвергаются периодическим техническим осмотрам, которые могут быть общими и частичными. В ходе общих осмотров обследуются здания и сооружения в целом.

Общие осмотры проводятся два раза в год – весной и осенью. Весенний осмотр проводится после таяния снега с целью проверки состояния несущих и ограждающих конструкций, водоотводящих устройств, выявления повреждений и дефектов.

Во время осеннего осмотра проводится проверка готовности зданий и сооружений к эксплуатации в зимний период.

При частичных осмотрах обследованию подвергаются отдельные конструкции или виды оборудования.

Общие осмотры производственных зданий проводятся комиссией в составе руководителя или главного инженера организации (председатель) и членов комиссии (лицо, ответственное за эксплуатацию здания, представитель службы эксплуатации инженерных систем, представитель профкома или трудового коллектива). Кроме того, в состав комиссии включаются главные специалисты организации (механик, энергетик, технолог) и инженер по охране труда. К работе комиссии могут привлекаться специалисты-эксперты и представители ремонтной организации.

Состояние противопожарных мероприятий во всех зданиях и сооружениях во время технических осмотров проверяется представителем пожарной охраны предприятия.

Результаты осмотров оформляются актами, которые служат исходной информацией для планирования ремонтных работ.

В зависимости от характера и объема работ ремонт зданий и сооружений подразделяется на текущий и капитальный.

В производственных помещениях оборудование размещается с соблюдением действующих технологических, строительных, санитарных, противопожарных и других требований. Должны быть обеспечены удобство и безопасность его обслуживания, безопасность эвакуации работников при возникновении аварийных ситуаций, исключено воздействие опасных и вредных производственных факторов.

Ширина проходов при расположении оборудования тыльными сторонами друг к другу должна быть не менее 1 м, при расположении передними и тыльными

ми сторонами друг к другу - не менее 1,5 м, при расположении рабочих мест друг против друга - не менее 3 м. Рабочее место организуется с учетом эргономических требований в соответствии с ГОСТ 12.2.061.

Оборудование, в процессе эксплуатации которого образуется пыль, должно быть максимально уплотнено, герметизировано, снабжено аспирационными устройствами, исключающими поступление пыли в воздух производственных помещений. Трубы, соединяющие аппараты с атмосферой (воздушки), должны выводиться наружу, на высоту не менее 5 м от конька крыши или фонаря и как можно дальше от воздухозабора приточной вентиляции с учетом направления господствующих ветров.

Все производственные источники теплоты, паропроводы, газоходы и другие поверхности должны быть теплоизолированы с условием обеспечения максимальной температуры поверхности не выше 45⁰С.

Слив в канализацию сточных вод из оборудования должен производиться закрытым способом, при этом должна быть исключена возможность смешивания в канализационной системе разных веществ, реагирующих друг с другом с образованием токсичных газов, паров или плотных осадков. Сточные воды перед спуском в городскую канализацию должны очищаться и нейтрализоваться до нормативов, предусмотренных правилами.

Работы с инструментами, агрегатами и приборами, создающими вибрацию, должны проводиться в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не ниже +16⁰С, скоростью движения воздуха не более 0,3 м/с и влажностью 40 – 60%. При проведении ремонтных работ в холодный период года должен быть предусмотрен местный обогрев на рабочих местах. Запрещается проведение сверхурочных работ с виброинструментом, а также допускать к работе с ним лиц моложе 18 лет.

Объем производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее 15 м³, а свободная площадь – не менее 4.5 м², при высоте от пола до потолка – не менее 3,2 м.

Рабочие места, проходы и проезды не должны загромождаться сырьем, полуфабрикатами и готовой продукцией. Границы проходов и укладочных площадок надлежит обозначать хорошо видимыми белыми линиями шириной не менее 50 мм.

Все производственные и вспомогательные помещения должны быть оборудованы вентиляцией. Воздух, удаляемый из технологического оборудования и рабочей зоны в атмосферу, содержащий вредные примеси, должен очищаться до ПДК. Зоны забора наружного воздуха для приточной вентиляции должны размещаться в местах с уровнем загрязнения воздуха не более 30% ПДК для воздуха рабочей зоны.

При проектировании приточно-вытяжной вентиляции и воздушного отопления допускается применять в холодный период года рециркуляцию в объеме до 10% всего объема подаваемого воздуха. При рециркуляции подаваемый в помещение воздух не должен содержать вредных веществ более 30% ПДК для воз-

духа рабочей зоны с тем, чтобы общее содержание их в воздухе рабочей зоны не превышало ПДК.

Промышленные предприятия должны быть обеспечены доброкачественной питьевой водой, температура которой должна быть не выше 20⁰С и не ниже 8⁰С. В горячих цехах рабочие должны обеспечиваться подсоленной газированной водой с содержанием соли до 0,5% и из расчета 4 -5 л на человека в смену.

Все производственные и подсобные помещения должны быть освещены естественным светом. Организация постоянных рабочих мест без естественного освещения, если это не определяется требованиями технологии, запрещается. Очистка стекол световых проемов должна осуществляться в сроки: не реже 2 раз в год для помещений с незначительными выделениями пыли, дыма и копоти и не реже 4 раз в год для помещений со значительными выделениями этих веществ.

Светильники искусственного освещения должны содержаться в чистоте и исправности. Чистка светильников должна производиться на открытых пространствах не реже 3 раз в год, а в помещениях в зависимости от интенсивности выделения пыли, дыма или копоти не реже: при значительных – 4 раза; средних – 3 раза; и малых – 2 раза в месяц.

На каждом предприятии должны быть оборудованы санитарно-бытовые помещения для работающих (умывальные, душевые, гардеробные или шкафы для одежды, туалеты и пр.) в соответствии с характеристикой технологических процессов.

Основные требования к производственным зданиям приведены в ТКП 45-3.02-90-2008 «Производственные здания. Строительные нормы проектирования».

Требования к внутреннему водоснабжению и водоотведению приведены в ТКП 45-4.01-52-2007 «Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования» и ТКП 45-4.01-54-2007 «Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования» соответственно.

9.3. Санитарно-бытовое обеспечение работающих

Бытовые здания предприятий предназначены для размещения в них помещений обслуживания работающих: санитарно-бытовых, здравоохранения, общественного питания, торговли, службы быта, культуры и др.

В соответствии с действующим законодательством и СНБ 3.02.03-03, на каждом предприятии должен быть комплекс общих бытовых помещений, а также в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов, специальных бытовых помещений и устройств (ножные и ручные ванны, комнаты для обеспыливания, обезвреживания и ремонта рабочей одежды и обуви, респираторные, ингалятории и т.д.).

Санитарно-бытовые помещения различного назначения следует размещать в отдельно стоящем здании, в местах с наименьшим воздействием шума, вибрации и других вредных факторов.

При экономической или технической нецелесообразности размещения их в отдельных зданиях вспомогательные помещения следует располагать в пристройках к производственным зданиям, во встройках и вставках производственных

зданий I - У степени огнестойкости категорий В1 – В-4, Г1, Г2 и Д.

Между отдельно стоящими вспомогательными зданиями с помещениями для обслуживания работающих и отапливаемыми производственными зданиями следует предусматривать отапливаемые переходы.

При главных входах во вспомогательных зданиях следует предусматривать вестибюли площадью из расчета 0,2 м² на одного пользующегося вестибюлем в наиболее многочисленной смене, но не менее 18 м². Входы в здания должны предусматриваться через тамбуры.

Высота помещений от пола до потолка вспомогательных зданий и встроек должна быть не менее 2,5 м.

Состав санитарно-бытовых помещений (кроме уборных) определяется в зависимости от групп производственных процессов (табл.9.2).

Таблица 9.2. Санитарная характеристика производственных процессов

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственного процесса	Расчетное число человек		Тип гардеробных, число отделений шкафа на 1 чел.	Специальные бытовые помещения и устройства
		на одну душевую сетку	на один кран		
1	- с незначительными избытками явной теплоты и вызывающие загрязнение веществами 3 и 4 классов опасности:				-
1а	только рук	25	7	Общие, одно отделение	
1б	тела и спецодежды	15	10	Общие, два отделения	
1в	тела и спецодежды, удаляемых с применением специальных моющих средств	5	20	Раздельные, по одному отделению в каждой гардеробной	Химчистка или стирка спецодежды
2	- протекающие при избытках явной теплоты или неблагоприятных метеоусловиях:				
2а	при избытках явной конвекционной теплоты	7	20	Общие, два отделения	Помещения для охлаждения
2б	при избытках явной				

2в	лучистой теплоты связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды	3	20	То же	То же
2г	при температуре воздуха до 10 ⁰ С, включая работы на открытом воздухе	5	20	Раздельные, по одному отделению в каждой гардеробной	Сушка спецодежды
		5	20	Раздельные, по одному отделению в каждой гардеробной	Помещения для обогрева и сушки спецодежды
3	- с резко выраженными вредными факторам, вызывающими загрязнение веществами 1 и 2 классов опасности, а также веществами, обладающие стойким запахом:				-
3а	только рук	7	10	Общие, одно отделение	Химчистка, искусственная вентиляция мест хранения спецодежды, дезодорация
3б	тела и спецодежды	3	10	Раздельные, по одному отделению в каждой гардеробной	
4	- требующие особого режима по чистоте или стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов			

В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, туалеты, курительные, места для размещения полудушей, устройств питьевого снабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды.

Гардеробные используются для хранения уличной одежды (пальто, головной убор, обувь), домашней (костюм, платье, белье) и рабочей одежды с соблюдением, как правило, условий самообслуживания.

Предусматривается три способа организации хранения специальной и домашней одежды: попеременное в одном отделении шкафа; в разных отделениях шкафа в одном помещении; в разных помещениях.

Для хранения одежды предусматриваются следующие виды оборудования: запираемые (закрытые) шкафы, открытые шкафы и вешалки.

Для всех групп производственных процессов при списочной численности работающих на предприятии до 50 человек допускается принимать общие гардеробные для всех видов одежды.

Количество душевых сеток, кранов умывальных и специальных бытовых устройств следует принимать по численности работающих в наиболее многочис-

ленной смене или в наиболее многочисленной части смены при разнице в начале и окончании смены 1 ч и более.

Душевые должны размещаться смежно с гардеробными. При душевых с количеством душевых сеток более четырех следует предусматривать преддушевые, предназначенные для вытирания тела, а при душевых в общих гардеробных – также и для переодевания.

Душевые должны быть оборудованы открытыми кабинами, огражденными с двух сторон, а при производственных процессах 1в и 3б – кабинами со сквозными проходами, ограждаемыми с двух противоположных сторон. До 20% от общего количества душевых кабин допускается предусматривать закрытыми с входами из гардеробных или преддушевых. В душевой должно быть не более 30 душевых сеток.

Умывальные должны размещаться смежно с общими гардеробными или гардеробными спецодежды. До 40% расчетного количества умывальников допускается вблизи рабочих мест в производственных помещениях, в том числе в тамбурах или туалетах.

Туалеты в многоэтажных производственных и бытовых зданиях должны быть на каждом этаже. Если на двух смежных этажах 30 человек или менее, туалеты следует размещать на одном из этажей с наибольшей численностью.

При численности работников на трех смежных этажах менее 10 человек допускается один туалет на одном из этажей. Общий туалет для мужчин и женщин допускается предусматривать при численности работников в смену не более 15 человек.

Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до помещений туалетов, курительных, обогрева или охлаждения, устройств душевого водоснабжения должно быть не более 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия – не более 150 м.

Площадь бытовых и вспомогательных помещений рассчитывается в соответствии с действующими нормами.

Санитарно-бытовые помещения должны быть обеспечены освещением, отоплением, естественной и механической вентиляцией. В частности, в холодный период года температура должна быть: в вестибюлях и гардеробных уличной одежды – 16⁰С; гардеробных при душевых - 23⁰С; душевых - 25⁰С; умывальных, курительных, туалетах - 16⁰С.

В административных и бытовых помещениях, непосредственно сообщающихся с производственными, необходимо предусматривать подпор воздуха, обеспечивающий его подвижность в дверном проеме не менее 0,3 м/с.

9.4. Требования охраны труда при проектировании производственных объектов

В соответствии с СНБ 1.03.02-96 «Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве» на стадиях архитектурного или

строительного проекта в составе проектной документации предусмотрена разработка раздела «Организация и условия труда работников».

В этом разделе рассматриваются:

- организационная структура управления предприятием или отдельных производств с ее информационным, функциональным и техническим обеспечением;
- автоматизация и механизация труда работников управления;
- расчеты численного и профессионально-квалификационного состава работающих;
- санитарно-гигиенические условия труда работающих;
- мероприятия по обеспечению безопасных и здоровых условий труда.

Требования к разработке раздела «Организация и условия труда работников» (далее ОиУТР) приведены в соответствующем пособии к СНБ 1.03.02-96 «Состав и содержание раздела «Организация и условия труда работников» в проектной документации объектов производственного назначения.

В настоящее время разрабатывается проект ТКП «Состав, содержание и порядок разработки раздела «Организация и условия труда работников объектов производственного назначения» с вводом его в действие в 2011 г.

Требования этих документов являются обязательными для всех субъектов архитектурной и градостроительной деятельности, независимо от форм собственности и источника финансирования, при разработке проектной документации на объекты производственного назначения на территории Республики Беларусь.

Для разработки раздела ОиУТР проектной документации на строительство новых или реконструкцию объектов производственного назначения заказчик должен предоставить разработчику следующие документы:

- материалы по аттестации рабочих мест по условиям труда;
- список контингентов, подлежащих предварительным, при приеме на работу, и периодическим медицинским осмотрам;
- данные о санитарно-бытовом обеспечении работающих в соответствии с СНБ 3.02.03-03.

Раздел ОиУТР проектной документации подлежит представлению на государственную экспертизу условий труда вместе с общей пояснительной запиской, где приводится информация об объекте проектирования. На государственную экспертизу представляются проекты на строительство и реконструкцию уникальных и крупных производств и объектов с вредными и опасными условиями труда согласно Спискам №1 и №2.

Раздел ОиУТР должен содержать:

- краткую характеристику технологического процесса, используемых сырья и материалов, а также оборудования, генерирующего вредные и (или) опасные факторы производственной среды;
- проектные решения по производственным, административным и бытовым зданиям и сооружениям (при проектировании новых рабочих мест и изменении групп технологических процессов по санитарной характеристике);
- информацию о количестве рабочих мест и численности работающих;

- проектные решения по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха;
- проектные решения по организации освещения производственных помещений;
- расчеты ожидаемых концентраций (уровней) факторов производственной среды на рабочих местах;
- расчеты тяжести и напряженности трудового процесса (при проектировании новых рабочих мест, а также при применении в ходе реконструкции объекта технических решений по механизации и автоматизации производственных операций);
- оценку условий труда на проектируемых рабочих местах;
- проектные решения по коллективным и индивидуальным средствам защиты работающих от воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды;
- проектные решения по лечебно-профилактическому обслуживанию работающих;
- перечень рабочих мест, на которых запрещается применение труда женщин;
- проектные решения по компенсациям за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- проектные решения по предоставлению права на пенсии за работу с особыми условиями труда;
- проектные решения по внедрению мероприятий по охране труда.

Технологические решения при проектировании объектов производственного назначения должны обеспечивать:

- соответствие параметров микроклимата, освещенности, других факторов производственной среды гигиеническим нормативам;
- поточность производства;
- автоматизацию и механизацию производственных процессов, возможность дистанционного управления технологическим оборудованием и транспортом;
- установку систем автоматического контроля, сигнализации и управления технологическими процессами;
- изоляцию процессов, сопровождающихся выделением пыли, газов и паров, а также генерирующих другие факторы производственной среды;
- применение коллективных и индивидуальных средств защиты;
- соблюдение требований эргономики и технической эстетики к производственному оборудованию и эргономических требований к организации рабочих мест и трудового процесса.

Проектная документация по реконструкции производственных объектов должна предусматривать замену технологических процессов и операций, генерирующих вредные и (или) опасные факторы производственной среды, на безвредные и безопасные, а также использование в технологических процессах менее токсичных веществ или с их ограниченным содержанием в исходных материалах.

Количество рабочих мест определяется исходя из запланированного объема выпускаемой продукции, с учетом сменности производства и категории работающих (основные и вспомогательные производственные рабочие, специалисты, служащие, руководители). Численность рабочих рассчитывается по утвержденным нормативам в соответствии с действующими ТНПА.

Количество выделяющихся в производственное помещение вредных производственных факторов принимается по данным технологической части проекта, нормам технологического проектирования, паспортам на технологическое оборудование, либо определяется расчетным путем.

Расчеты показателей тяжести и напряженности трудового процесса осуществляются с учетом технологии производственных процессов (операций), используемого инструмента и категории работ.

В проектах реконструкции производственных объектов должен быть проведен анализ оценочных показателей принятых проектных решений в сравнении с существующими.

Все перечисленные материалы предоставляются в виде таблиц по формам, указанным в вышеуказанных документах.

9.5. Основы промышленной безопасности технологических объектов и производств

9.5.1. Характеристика и требования безопасности опасных производственных объектов

Высокая надежность и безопасность промышленных предприятий и производств достигается глубоким и всесторонним обоснованием научных основ технологического процесса, правильными проектными решениями, соответствующими действующему законодательству по безопасности труда, с использованием современного оборудования, жестким выполнением технологического регламента, а также реализацией других мероприятий, вытекающих из особенностей производства.

В промышленности используются многочисленные потенциально опасные процессы, которые при определенных условиях могут переходить в неконтролируемое состояние и приводить к авариям.

Под *аварией* понимают разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ.

К основным причинам возникновения аварийных ситуаций можно отнести следующие:

- изменение соотношения подаваемых в реактор компонентов при непрерывном процессе или скорости удаления одного из них (полунепрерывный процесс);
- снижение скорости или прекращение охлаждения реакционной массы;
- уменьшение интенсивности или прекращение перемешивания вследствие поломки перемешивающих устройств;

- попадание посторонних веществ в аппарат, что приводит к ускорению побочных реакций, дестабилизации температурного режима и т.д.;

- изменение состава исходных компонентов, нарушающих соотношения реагентов с соответствующими последствиями;

- нарушение режима удаления из реактора газов или паров, что может сопровождаться повышением давления в аппарате с последующим его разрушением и др.

Во всех случаях эти нарушения технологического процесса приводят к повышению температуры, давлению, интенсивному газовыделению, ускорению побочных реакций, выбросу реакционной массы и т.п. Отклонения в работе оборудования могут происходить при отказе средств автоматизации, оборудования, ошибках обслуживающего персонала и т. д.

В связи с высокой опасностью таких процессов для окружающей среды в 2000г. принят Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», который определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации таких объектов и направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций к локализации аварий и ликвидации их последствий.

Под промышленной безопасностью опасных производственных объектов понимают состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

К *опасным производственным объектам* относятся объекты, на которых получают, используют, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются или уничтожаются следующие опасные вещества:

1) воспламеняющиеся вещества - газы и легковоспламеняющиеся жидкости, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися, и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20°C или ниже;

2) окисляющие вещества - вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

3) горючие вещества - жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

4) взрывчатые вещества - вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением теплоты и образованием газов;

5) токсические вещества - вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

- средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 до 200 мг/кг включительно;

- средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 до 400 мг/кг включительно;

- средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 до 2 мг/л включительно;

б) высокотоксические вещества - вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

- средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 мг/кг;

- средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 мг/кг;

- средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 мг/л;

7) вещества, представляющие опасность для окружающей среды, т.е. вещества, характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности:

- средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 ч не более 10 мг/л;

- средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 48 ч, не более 10 мг/л;

- средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 ч более 10 мг/л.

Кроме того, к опасным относятся объекты, на которых:

- используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115°C;

- применяется стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;

- получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

- ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

Опасные производственные объекты перед началом строительства подлежат регистрации заказчиком в Госпромнадзоре, а документом, подтверждающим регистрацию, является лицензия или разрешение на строительство объекта.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- иметь лицензию на его эксплуатацию;

- иметь уполномоченное лицо или уполномоченный орган, осуществляющие производственный контроль за промышленной безопасностью;

- обеспечивать укомплектованность штата работающих в соответствии с установленными требованиями;

- допускать к работе лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;

- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работающих в области промышленной безопасности;

- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;

- обеспечивать необходимыми приборами и системами контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;

- обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности, а также осуществлять техническое диагностирование, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств в установленные сроки и по предъявляемому в установленном порядке предписанию Госпромнадзора;

- обеспечивать выполнение требований промышленной безопасности к хранению опасных веществ;

- разрабатывать декларацию промышленной безопасности;

- приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по предписанию Госпромнадзора, в случае аварии или инцидента, а также в случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность;

- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварии на объекте, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии;

- принимать участие в техническом расследовании причин аварии на объекте, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике подобных аварий и др.

Кроме того, эксплуатирующая опасный производственный объект организация обязана:

- планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварии на объекте;

- обучать работающих действиям в случае аварии или инцидента на объекте;

- создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии.

9.5.2. Категорирование производств и объектов по взрывоопасности

В соответствии с действующим законодательством для каждого технологического объекта, блока, установки, химико-технологической системы (ХТС) должна определяться категория взрывоопасности.

Химико-технологическая система это совокупность взаимосвязанных технологическими потоками и действующих как одно целое аппаратов, в которых осуществляется определенная последовательность технологических операций (подготовка сырья к реакции, собственно химическое превращение и выделение целевых и побочных продуктов).

Технологический блок представляют собой аппарат или группу аппаратов (с минимальным числом), которые в заданное время могут быть отключены (изолированы) от технологической системы без опасных изменений режима в смежной аппаратуре или системе.

Важнейшей характеристикой энергии взрывов на взрывоопасных технологических объектах является *энергетический потенциал* (суммарное энерговыделение), который используется в качестве количественного показателя уровня возможных разрушений.

Различают общий энергетический потенциал взрывоопасности технологического блока, стадии, объекта (E) и относительный (Q_B).

Общий энергетический потенциал взрывоопасности – это показатель степени и масштабов разрушений взрыва и характеризуется суммой энергий адиабатического расширения парогазовой среды, полного сгорания имеющихся и образующихся из жидкости паров (газов) за счет внутренней и внешней (окружающей среды) энергий при аварийном раскрытии технологической системы (блока).

$$E = E'_1 + E'_2 + E''_1 + E''_2 + E''_3 + E''_4$$

где E'_1 - сумма энергий адиабатического расширения и сгорания парогазовой фазы (ПГФ), находящейся непосредственно в оцениваемом блоке, кДж; E'_2 - энергия сгорания ПГФ, поступившей к разгерметизированному участку от смежных объектов (блоков), кДж; E''_1 - энергия сгорания ПГФ, образующейся за счет энергии перегрева жидкой фазы (ЖФ) рассматриваемого блока и поступившей от смежных объектов за определенное время t , кДж; E''_2 – энергия сгорания ПГФ, образующейся из ЖФ за счет тепла экзотермических реакций, не прекратившихся при аварийной разгерметизации; E''_3 - энергия сгорания ПГФ, образовавшейся из ЖФ за счет теплопритока от внешних теплоносителей, кДж; E''_4 - энергия сгорания ПГФ, образующейся из пролитой на твердую поверхность (пол, поддон, грунт и т. п.) ЖФ за счет теплоотдачи от окружающей среды (от воздуха по зеркалу и твердой поверхности к жидкости), кДж.

Категории взрывоопасности устанавливаются по двум показателям - *относительному энергетическому потенциалу взрывоопасности* Q_B и *приведенной массе парогазовой среды* m , т.е. массе горючего вещества, приведенной к единой энергии сгорания 46000 кДж/кг, равной удельной теплоте сгорания большинства углеводородов.

Относительный энергетический потенциал взрывоопасности является показателем степени и масштабов разрушений взрыва парогазовой среды в технологическом блоке при условии расхода общего энергетического потенциала технологического блока непосредственно на формирование ударной волны.

По значениям общих энергетических потенциалов взрывоопасности E можно рассчитать относительные Q_B и m :

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \sqrt[3]{E},$$

а общая масса горючих паров (газов) взрывоопасного парогазового облака m , кг может быть определена из соотношения

$$m = E / 4,6 \times 10^4, \text{ кг.}$$

В табл. 9.3 приведена характеристика категорий взрывоопасности технологических объектов в зависимости от величин относительного энергетического потенциала и приведенной массы взрывоопасных сред.

Таблица 9.3. Характеристика категорий взрывоопасности технологических объектов

Категория взрывоопасности	Q_B	m, кг
I	37	>5000
II	27 – 37	2000 – 5000
III	27	<2000

Госпромнадзор РФ регистрирует и осуществляет специальный государственный надзор за взрывопожароопасными производствами и объектами, имеющими в своем составе взрывоопасные технологические блоки с $Q_B > 9$, а также блоки с $Q_B > 6$, если в них обращаются вещества 1 и 2-го класса опасности или вещества остронаправленного действия 3 и 4 классов опасности.

Взрывопожаробезопасность хозяйственных объектов обеспечивается безусловным соблюдением «Общих правил взрывобезопасности химических объектов и производств» - ОПВ – 96, которые определяют требования к проектированию, эксплуатации и защите персонала от негативного воздействия взрывоопасных производств.

Для оценки разрушительности взрывов, вызванных различными взрывчатыми веществами и средами, широко используется *метод адекватности*. По этому методу степень разрушения объектов характеризуется *тротиловым эквивалентом*, т.е. количеством тротила, необходимого для получения данного уровня разрушений.

При взрывах конденсированных взрывчатых веществ на образование воздушной ударной волны расходуется практически вся энергия взрыва (>90%).

Максимально возможный КПД взрыва парового облака (т.е. отношение энергии воздушной ударной волны к общему энергетическому потенциалу воздушной смеси) составляет около 40%. Остальная часть энергии взрыва расходуется на нагревание продуктов реакции и воздуха в ударной волне.

Разрушающую способность взрывов характеризуют избыточным давлением, воздействующим на объект. В соответствии с этим различают шесть категорий повреждений (табл. 9.4)

Таблица 9.4. Характеристика разрушений зданий при воздействии ударной волны

Категория повреждения	Характеристика повреждения здания	Избыточное давление, кПа
A	Полное разрушение здания	70
B	Тяжелые повреждения, здание подлежит сносу	33
C	Среднее повреждение, возможно восстановление здания	25
D	Разбито 90% остекления	4
E	Разбито 50% остекления	0,2
F	Разбито 5% остекления	0,005

По значениям E или производным значениям Q_B и m можно определить *условный радиус полного разрушения объекта*.

Расчет является ориентировочным и может применяться при выборе основных направлений организационно-технических мероприятий по защите персонала

от травмирования, а также зданий и сооружений от разрушения при взрывах парогазовых сред и конденсированных взрывчатых веществ (ВВ).

Тропиловый эквивалент взрыва парогазовой среды W_{τ} , определяемый по условиям адекватности характера и степени разрушения при взрывах паровых облаков и конденсированных ВВ, рассчитывается по формулам:

$$W_m = \frac{0,4q}{0,9q_m} z m \text{ (для парогазовых сред)}$$

где W_m , - тротиловый эквивалент, кг; 0,9 - доля энергии взрыва тринитротолуола (ТНТ), затрачиваемая непосредственно на формирование ударной волны; 0,4 - доля энергии взрыва парогазовой среды, затрачиваемая непосредственно на формирование ударной волны; q' - удельная теплота сгорания парогазовой среды, кДж/кг; q_m - удельная энергия взрыва ТНТ, кДж/кг.

$$W_m = \frac{q}{q_m^k} W_k \text{ (для конденсированных ВВ)}$$

где W_k , - масса конденсированного ВВ, кг; q_m^k - удельная энергия взрыва конденсированного ВВ, кДж/кг.

Зоной избыточного давления считается площадь с границами, определяемыми радиусами (R), центром (*местом отсчета*) которых является рассматриваемый технологический блок или наиболее вероятное место разгерметизации технологической системы.

Границы каждой зоны характеризуются значениями избыточных давлений по фронту ударной волны (ΔP) и, соответственно, безразмерным коэффициентом (K).

Классификация зон приводится в табл. 9.5.

Таблица 9.5. Классификация зон избыточного давления по фронту ударной волны

Класс зоны	K	ΔP , кПа
1	3,8	>100
2	5,6	70
3	9,6	28
4	28	14
5	56	<2,0

Анализ последствий промышленных взрывов показывает, что современные конструктивные решения зданий операторных и пультов управления не обеспечивают достаточную устойчивость при воздействии ударных волн с учетом удаленности этих зданий от зоны взрыва.

Здания по возможности должны быть расположены вне зоны вероятного распространения парового облака. При отсутствии такой возможности они должны выдерживать максимальное давление около 100 кПа в течение 30 мс, а здания, не попадающие в зону парового облака, должны иметь расчетную устойчивость в

соответствии с расстоянием и избыточным давлением. Они рассчитываются на избыточное давление 70 кПа в течение 20 мс.

При высоте облака, превышающего на 15 м высоту кровли, ее рассчитывают на такое же давление, что и стены. Здания рекомендуется располагать на расстоянии не менее 30 м от источника взрыва при массе парового облака около 15 т. Такое же расстояние рекомендуется и между зданиями при опасности сильного разрушения.

Считается, что здания не будут разрушены при удалении от источника взрыва на расстояние более 60 м при избыточном давлении 70 кПа и длительности воздействия 20 мс. Избыточное давление отраженных волн для стен принимают равным 30 кПа, для крыши – 20 кПа. Для случая расположения здания в зоне парового облака его рассчитывают на давление 30 кПа.

Здания и сооружения любого назначения проектируют с учетом противопожарных требований.

Помещения категорий А и Б следует, если это допускается требованиями технологии, размещать у наружных стен, а в многоэтажных зданиях – на верхних этажах. При размещении в одном здании или помещении технологических процессов с различной взрывопожарной и пожарной опасностью следует предусматривать мероприятия для предупреждения взрыва и распространения пожара. Если указанные мероприятия недостаточно эффективны, то технологические процессы с различной взрывоопасностью следует размещать в отдельных помещениях.

9.5.3. Безопасность технологических процессов

Безопасность технологических процессов в соответствии с ГОСТ 12.3.002 обеспечивается выбором:

- технологического процесса, приемов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования;
- производственных помещений и площадок;
- исходных материалов, заготовок и полуфабрикатов, а также способов их хранения и транспортировки (в том числе готовой продукции и отходов производства);
- производственного оборудования и его размещения, а также распределением функций между человеком и оборудованием с целью ограничения тяжести труда и др.

Производственные процессы не должны представлять опасности для окружающей среды, должны быть пожаро- и взрывобезопасными. Все эти требования закладываются при их проектировании и реализуются на стадиях организации и проведении технологических процессов. При этом необходимо предусматривать следующее:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное воздействие;
- замену технологических процессов и операций, связанных с возникновением опасных и (или) вредных производственных факторов, процессами и опера-

циями, при которых указанные факторы отсутствуют или обладают меньшей интенсивностью;

- замену вредных и пожароопасных веществ на безвредные или менее вредные и опасные;

- комплексную механизацию, автоматизацию, применение дистанционного управления технологическими процессами и операциями при наличии опасных и (или) вредных производственных факторов;

- герметизацию оборудования;

- применение систем контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающих защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;

- своевременное получение информации о возникновении опасных и (или) вредных производственных факторов;

- применение средств коллективной защиты работающих;

- рациональную организацию труда и отдыха с целью профилактики монотонности и гиподинамии, а также ограничения тяжести труда.

Требования безопасности к технологическому процессу включают в нормативно-техническую и технологическую документацию.

Большое значение для обеспечения безопасности имеет профессиональный отбор и обучение работающих безопасным приемам труда, правильное применение ими средств защиты.

Для каждой технологической системы предусматриваются *меры по максимальному снижению уровня ее взрывоопасности*, в том числе:

- предотвращению взрывов и пожаров внутри технологического оборудования;

- защите технологического оборудования от разрушения и максимальному ограничению выбросов из него горючих веществ в атмосферу в случае аварийной разгерметизации;

- предупреждению возможности взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок;

- снижению тяжести последствий взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок.

Для снижения тяжести последствий взрывов и пожаров технологические системы разделяются на блоки с установкой на основных технологических потоках между блоками быстродействующих запорных органов. При разделении систем на блоки предусматривается максимальное, с учетом технологической возможности, ограничение объемов обращающихся в блоке опасных веществ, которые могут быть выброшены в окружающую среду при внезапной разгерметизации оборудования.

На стадии разработки производственных процессов определяются параметры, влияющие на взрывоопасность процессов и их критические значения. Регламентированные значения параметров процесса, организация проведения процесса (аппаратурное оформление и конструкция технологических аппаратов, фазовое состояние обращающихся веществ, гидродинамические режимы и т.п.) устанавли-

ливаются разработчиком процесса на основании данных о критических значениях параметров или их совокупности для участвующих в процессе веществ.

Для производств, имеющих в своем составе блоки I категории взрывоопасности, предусматривается автоматическое управление подачей инертных сред, для блоков II и III категорий допускается дистанционное управление, а при $Q_v < 10$ - ручное управление (по месту).

Для систем противоаварийной защиты объектов с блоками I категории взрывоопасности предусматривается, как правило, применение электронной или микропроцессорной техники, для объектов с блоками II и III категорий - применение средств автоматизации.

Технологические объекты с блоками I категории взрывоопасности с периодическими процессами оснащаются автоматическими системами контроля и управления процессом, а также противоаварийной защиты при пуске, выходе на режим работы и остановке.

Для максимального снижения выбросов в окружающую среду горючих и взрывопожароопасных веществ при аварийной разгерметизации оборудования и трубопроводов в технологических системах предусматриваются:

- установка автоматических быстродействующих запорных и (или) отсекающих устройств с временем срабатывания не более 12 с (для блоков I категории взрывоопасности);

- установка запорных и (или) отсекающих устройств с дистанционным управлением и временем срабатывания не более 120 с (для блоков II и III категорий взрывоопасности);

- установка запорных устройств с ручным приводом (для блоков с относительным значением энергетического потенциала $Q_v < 10$), с минимальным временем приведения их в действие не более 300 с.

В качестве запорных устройств могут использоваться автоматические регулирующие органы (арматура, клапаны, отсекатели), обеспечивающие предусмотренное быстродействие их срабатывания. Время срабатывания отключающих устройств должно быть минимально, но не меньше времени отключения источников давления, предусмотренного аварийной программой. При этом должны быть обеспечены условия безопасного отсечения потоков и исключены гидравлические удары, а также повышение в блоке регламентированных параметров.

Для технологических блоков и (или) отдельных аппаратов, в которых обращаются взрывопожароопасные продукты, на случай разгерметизации оборудования и пожаров предусматривается аварийное освобождение от обращающихся продуктов. При этом может использоваться оборудование технологических установок, складские емкости или специальные системы аварийного освобождения (слива). Системы аварийного освобождения должны обеспечивать минимально возможное время освобождения, оснащаться средствами контроля и управления, исключать образование взрывоопасных смесей в самих системах и в окружающей их атмосфере.

Системы аварийного освобождения технологических блоков I-II категории взрывоопасности обеспечиваются запорными устройствами с дистанционно и

(или) автоматически управляемыми приводами, для III категории допускается применение средств с ручным приводом, размещаемым в безопасном месте, и минимальным регламентированным временем срабатывания.

Исходя из величины приведенных масс парогазовых сред и соответствующих им энергетических потенциалов взрывоопасности технологических блоков, определяются опасные зоны, в которых должно быть ограничено пребывание людей и движение транспорта.

9.5.4. Безопасность производственного оборудования

9.5.4.1. Общие требования безопасности

Несмотря на большое разнообразие технологического оборудования по назначению, устройству и особенностям эксплуатации, к нему предъявляются общие требования безопасности, сформулированные в Техническом регламенте Республики Беларусь «Продукция машиностроения. Безопасность» (ТР 2007/005/ВУ), ГОСТ 12.2.003, межотраслевых правилах по охране труда и других ТНПА. В соответствии с ТР 2007/005/ВУ машина должна быть сконструирована и изготовлена таким образом, чтобы она выполняла возложенные на нее функции, а ее эксплуатация, настройка и обслуживание осуществлялись без возникновения какого-либо риска для персонала при выполнении данных операций в предусмотренных изготовителем условиях, но учитывая любое предполагаемое неправильное применение. Цель этого требования – обеспечить приемлемый уровень рисков в течение всего предусмотренного срока службы машины, включая стадии транспортирования, монтажа (демонтажа), эксплуатации и вывода из нее, а также утилизации.

Знак соответствия машин техническому регламенту ТР 2007/005/ВУ состоит из графического изображения (рис. 9.1) и регистрационного номера уполномоченного органа при проведении сертификации, который наносится под этим знаком.

Действие ТР 2007/005/ВУ распространяется на продукцию машиностроения:

- новую, ранее не находившуюся в эксплуатации, независимо от страны происхождения;
- находящуюся в эксплуатации после модернизации;
- бывшую в эксплуатации, ввозимую в Республику Беларусь.

К этой продукции относятся машины, сменное оборудование, устройства безопасности, грузоподъемные устройства, цепи, канаты, стропы, съемные механические устройства отбора мощности и неактивные (некомплектные) машины.

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность при монтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировке и хранении, при использовании отдельно или в составе комплексов и технологических систем.

Производственное оборудование в процессе эксплуатации:

- не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм;
- должно быть пожаро- и взрывобезопасным;

- не должно создавать опасности в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ и других факторов.

Собственно безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться следующими мерами:

- правильным выбором принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкций, материалов и т.п.;
- применением в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- применением в конструкции специальных средств защиты;
- выполнением эргономических требований;
- включением требований безопасности в техническую документацию на монтаж, эксплуатацию, ремонт, транспортирование и хранение.

В стандартах на отдельные группы производственного оборудования указываются:

- движущиеся, токоведущие и другие опасные части, подлежащие ограждению;
- допустимые значения шумовых характеристик и показателей вибрации, методы их определения и средства защиты от них;
- допустимые уровни излучений и методы их контроля;
- допустимые температуры органов управления и наружных поверхностей производственного оборудования;
- допустимые усилия на органах управления;
- наличие защитных блокировок, тормозных устройств и других средств защиты.

Определенные требования предъявляются к средствам защиты, входящим в конструкцию - к защитным ограждениям, экранам и средствам защиты от ультразвука, ионизирующих и других излучений; к средствам удаления из рабочей зоны веществ с опасными и вредными свойствами; к защитным блокировкам; средствам сигнализации; к сигнальной окраске производственного оборудования и его составных частей; к предупредительным надписям.

Защитные ограждения, входящие в конструкцию оборудования, должны соответствовать ГОСТ 12.2.062. Легкосъемные ограждения должны быть заблокированы с пусковыми устройствами электродвигателей для их отключения и предотвращения пуска при их открывании или снятии ограждений.

При проектировании оборудования применительно к условиям эксплуатации выбирают его оптимальную конструкцию (оптимальные формы и размеры), задают требуемую механическую прочность и герметичность.

Конструкционные материалы выбирают с учетом общих и специальных условий эксплуатации оборудования: давления, температуры, агрессивного воздействия среды и др. Проектирование оборудования осуществляют с учетом уменьшения действующих динамических нагрузок, применения средств защиты от перегрузок, упрощения кинематических схем и т.д.

При эксплуатации производственного оборудования большое место отводится его надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности и взрывобезопасности.

Надежность — это свойство оборудования выполнять заданные функции при сохранении эксплуатационных показателей в течение требуемого периода времени или для производства необходимого количества продуктов. Надежность оборудования обуславливается его безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью. Одним из методов повышения надежности оборудования является *резервирование*, т.е. введение в систему добавочных (дублирующих) элементов, включаемых параллельно основным, что способствует созданию систем, имеющих надежность выше надежности входящих в них элементов.

Безотказность — это свойство системы непрерывно сохранять работоспособность при выполнении определенного объема работы в заданных условиях эксплуатации. *Отказом* называют событие, заключающееся в полной или частичной утрате работоспособности оборудования. Основная задача, связанная с повышением безотказности оборудования, заключается в регулировании и создании условий работы с минимальным числом внезапных отказов, а также с легким и быстрым устранением.

Долговечность — это свойство системы сохранять работоспособность в течение всего периода эксплуатации при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Экономически целесообразным пределом эксплуатации оборудования следует считать тот момент, когда предстоящие расходы на капитальный ремонт приближаются к стоимости нового оборудования. Выгоднее приобрести новое оборудование, чем отремонтировать старое, тем более что новое оборудование по качеству всегда превосходит восстановленное.

Ремонтпригодность — это приспособленность системы к предупреждению, определению и устранению в ней отказов и неисправностей, что достигается проведением технического обслуживания и ремонтов.

Оборудование может быть ремонтируемым (т.е. поддающимся восстановлению в данных условиях эксплуатации) и неремонтируемым (т.е. не подлежащим, либо не поддающимся восстановлению в данных условиях эксплуатации). Неремонтируемое оборудование может иметь только один отказ, так как после первого же отказа оно подлежит замене. Для него понятия «безотказность» и «долговечность» практически совпадают, так как при наступлении первого же отказа нарушается безотказность и исчерпывается долговечность.

Взрывобезопасность — это состояние объекта, при котором исключается возможность взрыва или в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей вызываемых им опасных и вредных факторов и обеспечивается защита материальных ценностей (СТБ 11.0.02-95).

В технологических системах для предупреждения аварий, предотвращения их развития применяют *противоаварийные устройства*: запорную, запорно-регулирующую арматуру, клапаны, отсекающие и другие отключающие устройства, предохранительные устройства от превышения давления, средства подавления и локализации пламени, автоматические системы подавления взрыва.

Арматура, клапаны и другие устройства, используемые в системах подачи в технологическую аппаратуру ингибирующих и инертных веществ, по быстродействию и производительности должны отвечать следующим требованиям:

- в системах подачи инертного газа в технологические блоки всех категорий взрывоопасности обеспечивать объемные скорости ввода инертного газа, исключая образование взрывоопасных смесей во всех возможных случаях отклонений процесса от регламентированных значений;

- в системах ввода ингибирующих веществ технологических блоков всех категорий взрывоопасности обеспечивать необходимые объемные скорости подачи ингибиторов для подавления неуправляемых экзотермических реакций;

- в системах подачи хладагента в теплообменные элементы реакционной аппаратуры технологических блоков обеспечивать бесперебойную дополнительную подачу хладагента в количествах, необходимых для прекращения развития неуправляемых экзотермических реакций;

- на коммуникациях организованного сброса горючих парогазовых и жидких сред технологических блоков всех категорий взрывоопасности исключать возможность выброса этих сред в окружающую атмосферу.

Для оборудования, оснащаемого средствами защиты, должны предусматриваться меры по предотвращению травмирования обслуживающего персонала, выброса взрывоопасных продуктов в рабочую зону и вредного воздействия на окружающую среду при срабатывании средств защиты.

На емкостных аппаратах, предназначенных для работы под давлением ядовитых, горючих или взрывоопасных газов, со средой, вызывающей повышенную забивку или коррозию предохранительных клапанов, как правило, предусматриваются резервные предохранительные клапаны с переключающим устройством.

Средства защиты от распространения пламени (огнепреградители, пламяотсекатели, жидкостные затворы и т.п.) должны устанавливаться на дыхательных и стравливающих линиях аппаратов и резервуаров с ЛВЖ и ГЖ, а также на трубопроводах ЛВЖ и ГЖ, в которых возможно распространение пламени, в том числе работающих периодически или при незаполненном сечении трубопровода, на трубопроводах от оборудования с раскаленным катализатором, пламенным горением и другими источниками зажигания. Средства защиты от распространения пламени могут не устанавливаться при условии подачи в эти линии инертных газов в количествах, исключаящих образование в них взрывоопасных смесей. Конструкция огнепреградителей и жидкостных предохранительных затворов должна обеспечивать надежную локализацию пламени с учетом условий эксплуатации.

9.5.4.2. Требования безопасности для оборудования взрывоопасных производств

Проектирование, изготовление и эксплуатация оборудования взрывоопасных производств должны производиться в соответствии с требованиями ОПВ-96 и другими ТНПА.

Выбор оборудования для взрывоопасных производств осуществляется исходя из условий обеспечения минимального уровня взрывоопасности технологи-

ческих систем с учетом эксплуатационных и технических параметров. При этом необходимо учитывать особенности его конструкции, коррозионной стойкости, наличие средств взрывозащиты, характеристику используемых конструкционных (в том числе уплотняющих, прокладочных) и смазочных материалов, приспособленность к диагностированию его состояния, а также режим сменности, длительность процесса между регламентными остановками, межремонтные сроки и т.д.

Для основного оборудования должен устанавливаться допустимый срок службы (ресурс) с учетом конкретных условий эксплуатации. Данные о ресурсе работы приводятся в паспортах на оборудование или в проекте. Для трубопроводов и арматуры устанавливается расчетный срок эксплуатации, который отражается в проектной документации.

Фланцевые соединения выбираются в зависимости от условий ведения технологического процесса, периодичности планируемой сборки и разборки. Принимаемые прокладочные и набивочные материалы, затворные, уплотняющие и рабочие жидкости сальниковых, торцовых уплотнений и гидросистем, смазка должны обеспечивать износостойкость и герметичность оборудования в условиях эксплуатации и быть нейтральными к технологической среде.

Для оборудования (аппаратов и трубопроводов), где невозможно исключить образование взрывоопасных сред и возникновение источников энергии, величина которой превышает минимальную энергию зажигания обращающихся в процессе веществ, предусматриваются методы и средства по взрывозащите и локализации пламени, а в обоснованных случаях - повышение механической прочности в расчете на полное давление взрыва.

Обеспечение оборудования противоаварийными устройствами не исключает необходимости разработки мер, направленных на предотвращение образования в нем источников зажигания.

Для исключения деформации аппаратов и емкостей при опорожнении они снабжаются воздушниками, диаметры которых должны быть рассчитаны на максимальную скорость опорожнения.

Сборники, мерники и другое оборудование, через воздушники которых выделяются пары вредных веществ 1-го и 2-го класса опасности, а также вещества остронаправленного действия 3-го и 4-го класса должны быть подключены к системе принудительного отсоса и улавливания или возврата в технологическую систему.

Для изготовления оборудования и трубопроводов применяются материалы, которые при взаимодействии с рабочей средой не могут образовывать нестабильные соединения - инициаторы взрыва перерабатываемых продуктов.

Для герметизации подвижных соединений технологического оборудования, работающих в контакте с легковоспламеняющимися жидкостями и сжиженными газами, применяются преимущественно уплотнения торцевого типа.

Оборудование с взрывопожароопасными продуктами должно оснащаться узлами для подключения линий воды, пара, инертного газа, проветривания и нейтрализации, аварийного освобождения, средств взрывоподавления и взрывозащиты.

При необходимости устройства наружной теплоизоляции технологических аппаратов и трубопроводов предусматриваются меры защиты от попадания в нее горючих продуктов. Температура наружных поверхностей оборудования и (или) кожухов теплоизоляционных покрытий не должна превышать 80 % температуры самовоспламенения наиболее взрывопожароопасного продукта, а в местах, доступных для обслуживающего персонала, должна быть не более 45⁰С внутри помещений и 60⁰С – на наружных установках.

Размещение технологического оборудования и средств взрывозащиты в производственных зданиях и на открытых площадках должно обеспечивать удобство и безопасность их эксплуатации, возможность проведения ремонтных работ и принятия оперативных мер по предотвращению аварийных ситуаций или локализации аварий.

Оборудование взрывопожароопасных технологических объектов преимущественно должно располагаться на открытых площадках (наружных установках).

Размещать технологическое оборудование взрывопожароопасных производств над и под вспомогательными помещениями запрещается.

Размещение технологических трубопроводов горючих и взрывопожароопасных продуктов на эстакадах, площадках наружных установок, в помещениях взрывопожароопасных производств должно осуществляться с учетом возможности проведения визуального контроля их состояния, выполнения работ по обслуживанию, ремонту, а при необходимости и замены этих трубопроводов.

Оборудование с ЛВЖ и ГЖ должно размещаться на поддонах с отбортовкой, обеспечивающей исключение разлива. Поддоны оснащаются сливным устройством. При расположении такого оборудования на площадках со сплошным настилом по всему периметру площадки должен быть исключаящий разлив борт, а в местах выхода к лестницам должны быть устроены пандусы.

Компрессоры и насосы, используемые для перемещения горючих, сжатых и сжиженных газов (СГ), легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ), по надежности и конструктивным особенностям выбираются с учетом критических параметров, физико-химических свойств перемещаемых продуктов и параметров технологического процесса. При этом количество насосов и компрессоров определяется из условия обеспечения непрерывности технологического процесса; в необходимых случаях предусматривается их резервирование.

При перемещении транспортируемых сред на противодавление или высоту подъема, если поступление их обратным ходом может привести к возникновению аварийной ситуации, на нагнетательном трубопроводе предусматривается установка обратного клапана или другого устройства, предотвращающего перемещение транспортируемых веществ обратным ходом.

Насосы и компрессоры технологических блоков взрывопожароопасных производств, остановка которых при падении напряжения или кратковременном отключении электроэнергии может привести к отклонениям технологических параметров процесса до критических значений и развитию аварии, преимущественно

но должны выбираться с учетом возможности их повторного автоматического пуска и оснащаться системами самозапуска электродвигателей.

Время срабатывания системы самозапуска должно быть меньше времени выхода параметров за предельно допустимые значения.

Для перекачивания ЛВЖ применяются, как правило, центробежные бессальниковые насосы, в обоснованных случаях допускается применение других типов насосов. Выбор уплотнения валов центробежных насосов - двойных торцевых уплотнений, одинарных торцевых с дополнительным уплотнением или других специальных уплотнений осуществляется в зависимости от взрывоопасности смеси паров перекачиваемой жидкости и токсических ее свойств. Для сжиженных углеводородных газов применяются, как правило, герметичные (бессальниковые) насосы. В качестве затворной жидкости должны приниматься невзрывоопасные и инертные к перекачиваемой среде жидкости.

Центробежные насосы с двойным торцевым уплотнением должны оснащаться системами контроля и сигнализации утечки уплотняющей жидкости, а насосы с индивидуальной системой подачи уплотняющей жидкости - также блокировками по их отключению в случае возникновения утечки.

В технологических блоках I категории взрывоопасности центробежные компрессоры и насосы с торцевыми уплотнениями должны оснащаться системами контроля за температурой подшипников с сигнализацией и блокировкой по отключению компрессоров и насосов при достижении предельных значений температуры.

Прокладка трубопроводов должна обеспечивать наименьшую протяженность коммуникаций, исключать провисания и образование застойных зон.

В местах подсоединения трубопроводов с горючими продуктами к коллектору предусматривается установка арматуры для их периодического отключения. При подключении к коллектору трубопроводов технологических блоков I категории взрывоопасности в обоснованных случаях для повышения надежности предусматривается установка дублирующих отключающих устройств.

Для ЛВЖ с температурой вспышки до 61°C применяется стальная арматура, стойкая к коррозионному воздействию рабочей среды в условиях эксплуатации и отвечающая требованиям стандартов и ОПВ-96. Допускается в технологических блоках, имеющих $Q_{\text{в}} < 10$, применение арматуры из чугуна, а также неметаллических конструкционных материалов (пластических масс, стекла и т.п.) при наличии результатов специальных исследований и разработке дополнительных мер безопасности в условиях эксплуатации.

Арматура с металлическим уплотнением в затворе, применяемая для установки на трубопроводах взрывопожароопасных продуктов, должна соответствовать 1-му классу герметичности затвора.

На технологических трубопроводах блоков I категории взрывоопасности с давлением среды $P > 2,5$ МПа, температурой, равной температуре кипения при регламентированном давлении, и повышенными требованиями по надежности и плотности соединений следует применять арматуру под приварку.

9.5.5. Технологический регламент и карты технологических процессов

Технологический регламент является основным документом, устанавливающим режим, технические средства, порядок и нормы проведения технологических операций, безопасные условия эксплуатации, требования по охране окружающей среды и пожарной безопасности.

Технологический регламент разрабатывается на процесс производства определенных видов продуктов или полупродуктов заданного качества, а также на процессы хранения и перемещения сжиженных газов, легковоспламеняющихся жидкостей или горючих жидкостей.

В зависимости от стадии разработки производства и степени его освоения технологические регламенты подразделяются на следующие виды: лабораторные, опытно-промышленные, пусковые и промышленные. Все они разрабатываются в соответствии с Положением о технологических регламентах на химические производства предприятий Республики Беларусь.

Лабораторный регламент - технологический документ, которым завершаются научные исследования в лабораторных условиях при разработке технологии производства нового вида продукции или нового технологического метода производства серийно выпускаемой продукции. Лабораторный регламент является основой для разработки опытно-промышленного регламента и составления исходных данных на проектирование опытно-промышленной установки, контрольно-измерительного и испытательного оборудования.

Опытно-промышленный регламент - технологический документ, на основании которого осуществляется отработка технологии производства новых видов продукции и проведение опытно-технологических работ при освоении новой (усовершенствованной) технологии. Используется при изготовлении опытных партий (образцов) новых видов продукции для проведения их испытаний и отработки показателей качества, вводимых в нормативно-техническую документацию, выдачи исходных данных для проектирования нового промышленного производства,

Пусковой регламент - технологический документ, на основании которого осуществляется ввод в эксплуатацию и освоение вновь созданного промышленного производства продукции. Составляется на основании проектной документации и опытно-промышленного регламента или проектной документации и промышленного регламента действующего производства.

Промышленный регламент - технологический документ действующего серийного производства товарной продукции. Составляется на основе пускового регламента после внесения в него изменений, принятых при освоении производства. Срок действия промышленного регламента - 10 лет с обязательным подтверждением его действия через 5 лет.

При вводе в эксплуатацию дополнительной мощности по выпуску продукции промышленный регламент должен быть пересмотрен.

Соблюдение всех требований технологического регламента является обязательным. Лица, виновные в нарушении действующего технологического регламента, привлекаются к дисциплинарной и материальной ответственности, если

последствия этого нарушения не влекут применения к этим лицам иного наказания в соответствии с действующим законодательством.

Утвержденные технологические регламенты регистрируются и первые (контрольные) экземпляры хранятся в техническом или производственно-техническом отделе (службе главного технолога) предприятия.

Заверенные копии регламентов передаются производственным подразделениям.

Технологические регламенты должны содержать раздел «Безопасная эксплуатация производства», в котором отражаются:

- пожаро- и взрывоопасные, а также токсические свойства сырья, полупродуктов, готового продукта и отходов производства;

- классификация помещений по категориям взрывопожарной и пожарной опасности согласно НПБ5-2005 и классификация зон производственных помещений и наружных установок по ПУЭ;

- характеристика технологических блоков производства по взрывоопасности в соответствии с ОПВ-96;

- характеристика производственных процессов по опасности накопления статического электричества;

- перечень наиболее опасных мест производства, меры обеспечения взрывопожаробезопасности производства;

- оптимальные условия труда;

- основные правила техники безопасности при проведении технологического процесса;

- аварийное состояние производства, способы его предупреждения и устранения;

- санитарная характеристика производственных процессов;

- средства индивидуальной защиты, которыми следует пользоваться в условиях производства;

- противопожарная защита производства;

Основные правила безопасности технологического процесса должны отражать:

- правила плановой остановки производства;

- правила пуска оборудования в эксплуатацию после остановок на ремонт (для вновь вводимых производств - правила первого пуска);

- основные правила безопасности в процессе приемки, складирования, хранения и перевозки сырья, материалов, полупродуктов, а также упаковки, маркировки и транспортирования готовой продукции и отходов.

Возможное аварийное состояние производства, способы его предупреждения и устранения излагаются в регламенте в тех случаях, когда на производстве не разрабатываются планы локализации аварийных ситуаций (планы ликвидации аварии).

Для производств со взрывоопасными объектами, а также для технологических процессов, где обращаются аварийно опасные химические соединения

(АОХС), разработка планов локализации аварийных ситуаций обязательна, а также порядок и нормы хранения пожаро- и взрывоопасных веществ и материалов.

Карта технологического процесса (КТП) – документ, предназначенный для описания технологических процессов изготовления продукции с указанием норм технологического режима, средств технического оснащения, показателей качества сырья и готовой продукции, требований безопасности труда.

Карты технологического процесса на выпускаемую продукцию (изделие) разрабатываются для структурных подразделений предприятия, производственные и технологические процессы которых не подпадают под действие «Положения о технологических регламентах на химических производствах предприятий Республики Беларусь».

Срок действия карты технологического процесса 5 лет. В отдельных случаях иной срок действия КТП может быть установлен лицом, утвердившим КТП. Пересматриваются КТП в следующих случаях:

- по окончании срока их действия; при изменении технологической схемы процесса, качества продукции;
- изменении технических нормативных правовых актов, а также требований по вопросам промышленной и экологической безопасности;
- по требованию контролирующих органов.

Карта технологического процесса обязательно включает в себя разделы:

- общая характеристика производства;
- описание технологического процесса и схемы производства;
- нормы технологического режима;
- контроль производства и управление технологическими процессами;
- нормы расхода основных видов сырья и материалов;
- безопасная эксплуатация производства;
- спецификация оборудования.

9.5.6. Контроль, управление и противоаварийная защита технологических процессов

Выбор систем контроля, управления и противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ), а также связи и оповещения по надежности, быстрдействию, допустимой погрешности измерительных систем и другим техническим характеристикам осуществляется с учетом особенностей технологического процесса и в зависимости от категорий взрывоопасности технологического блока и в соответствии с требованиями ОПВ-96.

Оптимальные методы и средства ПАЗ технологических объектов с блоками всех категорий взрывоопасности выбираются на основе анализа возможных аварийных ситуаций, особенностей технологических процессов и категории взрывоопасности защищаемого объекта; для технологических объектов с блоками I категории - дополнительно на основе моделирования ситуаций средствами вычислительной техники.

Размещение электрических средств и элементов систем контроля, управления и ПАЗ, а также связи и оповещения во взрывоопасных зонах производствен-

ных помещений и наружных установок, степень защиты оболочек должны соответствовать требованиям ГОСТ 14254-96 "Степени защиты, обеспечиваемые оболочками" и другим техническим нормативным правовым актам по электробезопасности.

Для производственных помещений со взрывопожароопасными процессами предусматривается автоматический контроль загазованности (по ПДК или НКПП) с устройством световой и звуковой сигнализации о превышении нормативных значений. В необходимых случаях сигнализация о загазованности воздушной среды устраивается снаружи перед входными дверьми в помещение.

Для контроля загазованности на наружных установках предусматриваются, как правило, средства автоматического газового контроля с сигнализацией и регистрацией случаев превышения допустимых значений, в обоснованных случаях допускается периодический контроль. Места установки и количество датчиков или пробоотборных устройств анализаторов определяются в проекте.

Технологические процессы, имеющие в своем составе объекты с блоками I категории взрывоопасности, оснащаются автоматическими системами управления, как правило, на базе электронно-вычислительной или микропроцессорной техники. Допускается применение пневматических средств.

Системы автоматического управления взрывопожароопасными процессами на базе средств вычислительной техники должны соответствовать требованиям действующих стандартов и обеспечивать:

- постоянный контроль за параметрами процесса и управление режимом для поддержания их регламентированных значений;
- регистрацию срабатывания и контроль за работоспособным состоянием средств ПАЗ;
- постоянный контроль состояния воздушной среды в пределах объекта;
- постоянный анализ изменения параметров в сторону критических значений и прогнозирование возможной аварии;
- действие средств управления и ПАЗ, прекращающих развитие опасной ситуации;
- действие средств локализации аварийной ситуации, выбор и реализацию оптимальных управляющих воздействий;
- проведение операций безаварийной остановки и переключения технологического объекта;
- выдачу информации о состоянии безопасности на объекте в вышестоящую систему управления.

В помещениях управления должна предусматриваться световая и звуковая сигнализация превышения параметров процесса, которые определяют его взрывоопасность, падения давления сжатого воздуха на нужды КИПиА и инертного газа в системах противоаварийной защиты, о работе вентиляционных установок и срабатывании сигнализаторов о загазованности в производственных помещениях и на наружных установках.

Надежность и время срабатывания систем противоаварийной защиты определяются разработчиками систем ПАЗ с учетом категории взрывоопасности технологического блока и времени развития возможной аварии.

Время срабатывания систем защиты должно исключать опасное развитие процесса.

Нарушение работы системы управления не должно влиять на работу системы защиты.

Выбор системы ПАЗ технологических объектов и ее элементов осуществляется исходя из условий обеспечения ее работы при выполнении требований по эксплуатации, обслуживанию и ремонту в течение всего межремонтного пробега защищаемого объекта. При этом их надежность должна быть не ниже 0,99 за 1000 часов для блоков I категории и не ниже 0,9-0,99 за 1000 часов для блоков II и III категорий.

В системах ПАЗ, как правило, запрещается применение многоточечных приборов контроля параметров, определяющих взрывоопасность процесса. Возможность применения в системах ПАЗ быстродействующих электронных и микропроцессорных многоточечных приборов решается разработчиками процесса и проекта.

Системы ПАЗ и управления технологическими процессами должны исключать их срабатывание от случайных и кратковременных сигналов нарушения нормального хода технологического процесса, в том числе и в случае переключений на резервный или аварийный источник электропитания.

В случае отключения электроэнергии или прекращения подачи сжатого воздуха для питания систем контроля и управления системы ПАЗ должны обеспечивать перевод технологического объекта в безопасное состояние. Необходимо исключить возможность произвольных переключений в этих системах при восстановлении питания.

Возврат технологического объекта в рабочее состояние после срабатывания ПАЗ выполняется обслуживающим персоналом.

В проектах технологических объектов с блоками всех категорий взрывоопасности наряду с установками защиты по опасным параметрам указываются границы критических (аварийных) значений параметров.

В проекте, технологическом регламенте и инструкциях определяются стадии процесса или отдельные параметры, управление которыми в ручном режиме не допускается.

Значения установок систем защиты определяются с учетом погрешностей срабатывания сигнальных устройств средств измерения, быстродействия системы, возможной скорости изменения параметров и категории взрывоопасности технологического объекта. Значения установок приводятся в проекте и технологическом регламенте.

Емкостная аппаратура со сжиженными газами и ЛВЖ, входящая в технологические блоки I категории взрывоопасности, оснащается не менее чем двумя измерителями уровня и сигнализацией верхнего предельного уровня от двух датчи-

ков, для блоков других категорий допускается оснащение одним измерителем уровня и сигнализатором верхнего предельного уровня.

Для технологических объектов с блоками I категории взрывоопасности предусматриваются электронные или микропроцессорные средства ПАЗ с самодиагностикой и световой индикацией исправного состояния, при обосновании допускается применение других средств автоматики. Для систем ПАЗ объектов с блоками II-III категорий взрывоопасности предусматриваются средства и методы периодического контроля исправного состояния этих систем.

При выборе систем ПАЗ и их элементов для технологических объектов с блоками I категории взрывоопасности, как правило, должны применяться резервируемые электронные и микропроцессорные системы.

Контроль за параметрами, определяющими взрывоопасность технологических объектов с блоками I категории взрывоопасности, осуществляется не менее чем от двух независимых датчиков с отдельными точками отбора, допускается от двух различных параметров (давление и температура, температура и концентрация и т.п.). Перечень таких параметров и обоснованность в каждом конкретном случае определяется разработчиком процесса.

Системы контроля, управления и ПАЗ объектов I категории взрывоопасности по обеспечению надежности электроснабжения относятся к особой группе электроприемников I категории в соответствии с ПУЭ. Необходимость отнесения систем контроля, управления и ПАЗ блоков II и III категорий взрывоопасности к электроприемникам особой группы определяется проектом.

Для систем контроля, управления и ПАЗ технологических объектов с блоками I категории взрывоопасности предусматривается третий независимый источник электропитания для безаварийной остановки технологического объекта в расчетное время.

Для пневматических систем контроля, управления и ПАЗ предусматриваются отдельные сети сжатого воздуха и специальные установки для его очистки и сушки. Качество сжатого воздуха должно соответствовать требованиям технического нормативного правового акта в области технического нормирования и стандартизации и быть не ниже I класса загрязненности.

Сети сжатого воздуха должны обеспечивать питание систем контроля, управления и ПАЗ очищенным воздухом в случае остановки компрессоров на срок не менее 1 часа. Производства с блоками I категории взрывоопасности, как правило, должны иметь буферные емкости.

Объемно-планировочные решения, конструкция зданий, помещений и вспомогательных сооружений для систем управления, ПАЗ и газового анализа, их размещение на территории взрывопожароопасных объектов осуществляются на основе требований ОПВ-96 и других технических нормативных правовых актов.

Помещения управления и анализаторные помещения устраиваются, как правило, отдельностоящими, вне взрывоопасной зоны. При соответствующем обосновании допускается пристраивать их к зданиям с взрывоопасными зонами.

Помещения управления технологическими процессами должны удовлетворять следующим требованиям:

- окна в помещении управления должны быть неоткрываемыми;
- светильники за щитами управления должны иметь индивидуальные выключатели и штепсельные розетки;
- иметь воздушное отопление и установки для кондиционирования воздуха (в обоснованных случаях допускается устройство водяного отопления в помещениях управления, не имеющих электронных приборов);
- воздух, подаваемый в помещения управления, должен быть очищен от газов, паров и пыли и соответствовать требованиям по эксплуатации устанавливаемого оборудования и санитарным нормам;
- полы в помещениях управления должны быть теплыми и неэлектропроводными;
- средства или системы пожаротушения должны соответствовать требованиям действующей нормативно-технической документации.

Для систем ПАЗ в обоснованных случаях необходимо предусматривать щиты (или панели) с мнемосхемами структуры блокировок, которые должны оснащаться световыми устройствами, сигнализирующими о состоянии блокировок, источников энергопитания и исполнительных органов.

Взрывоопасные технологические объекты оборудуются системами двусторонней громкоговорящей или радиосвязи и телефонной связи, а взаимосвязанные технологические объекты в необходимых случаях - сигнализацией о работе связанных между собой агрегатов.

Средства оповещения и связи для объектов с блоками I категории взрывоопасности, как правило, должны предусматривать применение электронно-вычислительной техники (ЭВТ). Информация, выдаваемая автоматической (или автоматизированной) системой обнаружения и оповещения об аварийных ситуациях, включая данные прогнозирования о путях возможного распространения взрывоопасного (или вредного химического) облака, должна передаваться в ГО промышленного объекта и диспетчеру предприятия, а также в вышестоящую систему управления.

В помещениях управления производствами, имеющими в своем составе блоки I категории взрывоопасности, на наружных установках, в помещении диспетчера предприятия, штабе ГО промышленного объекта и ближайшего населенного пункта предусматривается установка постов управления и сирен для извещения об опасных выбросах химических веществ.

9.5.7. Инженерно-технические средства безопасности

Инженерно-технические средства безопасности используются чаще всего для обеспечения коллективной защиты работающих. К ним относятся механизация и автоматизация производственных процессов; использование роботов и манипуляторов; дистанционное управление оборудованием; установление размеров опасной зоны; применение ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации; тормозных, отключающих и предохранительных устройств; использование отличительной окраски; местной и общеобменной вентиляции, кондиционирования воздуха и т. п.

Средства коллективной защиты по назначению подразделяются на классы в зависимости от характера опасностей и вредностей. Они разнообразны по принципу действия и конструктивному исполнению и подразделяются на оградительные, блокировочные, предохранительные, тормозные, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

Оградительные устройства представляют собой физическую преграду между человеком и опасным или вредным производственным фактором. Основные требования к конструкции и применению ограждений содержатся в ГОСТ 12.2.062 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

Оградительные устройства отличаются многообразием конструктивных форм и в зависимости от назначения и условий работы выполняются из различных материалов.

Оградительные устройства подразделяют по конструктивному исполнению, способу их изготовления и способу установки.

Расстояние между ограждением из перфорированного материала или сетки и опасным элементом регламентируются ГОСТ (табл. 9.6).

Таблица 9.6.

Расстояние между ограждением и опасным элементом, мм

Диаметр окружности, вписанной в отверстие решетки (сетки)	Расстояние от ограждения до опасного элемента
До 8	Не менее 15
Св.8 до 10	Св.15 до 35
-10 – 25	- 35 – 120
- 25 - 40	- 120 - 200

В необходимых случаях защитные ограждения выполняют с блокировкой, исключающей опасные функции машины или механизма.

Предохранительными называют устройства, обеспечивающие безопасную эксплуатацию оборудования ограничением скоростей, давлений, температур, электрического напряжения, механических нагрузок и других факторов, которые могут разрушить оборудование и привести к несчастным случаям.

К ним относятся предохранительные клапаны, срезаемые штифты, электрические предохранители, концевые выключатели и др. Они должны автоматически, с минимальным инерционным запаздыванием срабатывать при выходе контролируемого параметра за допустимые пределы.

Блокировкой называют совокупность методов и средств, обеспечивающих закрепление рабочих органов (частей) аппаратов, машин или элементов электри-

ческих схем в определенном состоянии, которое сохраняется и после снятия блокирующего воздействия.

Блокировочные устройства применяются для предотвращения аварийных и травмоопасных ситуаций.

По конструкции блокировки подразделяются на механические, электрические, фотоэлектрические, радиационные, пневматические, гидравлические и комбинированные, а по исполнению – на открытые, закрытые и взрывозащищенные.

Тормозные устройства обеспечивают возможность быстрой остановки всего оборудования или отдельных его элементов в целях предупреждения аварий и несчастных случаев.

Тормозные устройства подразделяют по конструктивному исполнению, способу срабатывания, принципу действия, назначению.

Согласно ГОСТ 12.2.125 тормозные устройства могут быть механическими, электромагнитными, пневматическими, гидравлическими и комбинированными.

К *устройствам автоматического контроля и сигнализации* относятся устройства, предназначенные для контроля, передачи и воспроизведения информации с целью привлечения внимания обслуживающего персонала и принятия им необходимых мер при появлении или возможности возникновения опасного или вредного фактора.

Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют по назначению, способу срабатывания, характеру сигнала и его подачи.

Сигнализация является средством предупреждения работающих о наступающей опасности.

По ГОСТ 12.2.062 сигнализация может быть световой, цветовой, звуковой и знаковой. Для этой же цели используются различные указатели (уровни жидкости, давления, температуры).

Для световой сигнализации применяют мигающие лампочки, мигающий свет, подсветку табло с надписью, указывающей на характер опасности. Мигающий свет должен быть с частотой мигания от 3 до 10 раз в секунду с продолжительностью свечения по крайней мере 0,05 с.

Звуковые сигналы могут быть речевыми и неречевыми. К речевым сигналам относятся односложные предупреждения, стандартные или импровизированные сообщения. Неречевые сигналы могут представлять собой звонок, зуммер, гудок, сирену, музыкальный тон и т.п.

Сигналы звуковой сигнализации должны быть на 10 дБА выше уровня общего шума в цехе.

По ГОСТ 12.4.026 *знаки безопасности* предназначены для привлечения внимания работающих к непосредственной опасности, предупреждения о возможной опасности, предписания или разрешения определенных действий, а также необходимой информации. В соответствии с этим знаки безопасности подразделяются на *запрещающие* (круг красного цвета с белым полем внутри), *предупреждающие* (равносторонний треугольник со скругленными углами желтого цвета, обращенный вершиной вверх с каймой черного цвета; зеленого цвета с белой каймой и белым полем квадратной формы), *предписывающие* (квадрат зеленого

цвета с белой каймой и белым полем квадратной формы), *указательные* (синий прямоугольник, окантованный белой каймой по контуру с белым квадратом внутри). Внутри знаков размещаются выполненные в черном цвете символические изображения, конкретизирующие их содержание. При необходимости уточнить, усилить или ограничить действие знака дополнительно используются таблички с поясняющими надписями. Зона действия знаков, размещенных у входа (въезда) на производственный объект, распространяется на всю его территорию.

К *специальным устройствам безопасности* относятся системы защиты от поражения электрическим током, ловители в лифтах и других подъемниках, двухрукое включение на прессах, блок-замки, улавливатели инструмента и материалов, ограничители массы поднимаемого груза, ограничители вращения и крена кранов и др.

Дистанционное управление агрегатами, машинами, станками и различными технологическими процессами позволяет вывести человека из опасной зоны и облегчить его труд. Система управления должна включать средства сигнализации и другие средства информации, предупреждающие о нарушениях работы технологического оборудования и возникновении опасных ситуаций.

Как ранее уже указывалось, к средствам коллективной защиты относятся вентиляция, воздушное душирование, воздушно-тепловые завесы, аспирация, укрытия, виброгасящие вставки, виброизоляторы и др.

Индивидуальные средства защиты работающих рассмотрены ранее в п. 6.8.1.

9.5.8. Планы локализации и ликвидации аварийных ситуаций

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» промышленные аварии в зависимости от их характера могут привести к локальным, местным, региональным, республиканским и трансграничным чрезвычайным ситуациям (ЧС).

Локальные ЧС условно подразделены на аварии уровней «А» и «Б». Другие ЧС (местные, региональные, республиканские и трансграничные) отнесены к авариям уровня «В».

При авариях на уровне «А» опасная зона не выходит за пределы одного производственного объекта, на уровне «Б» опасная зона выходит за пределы одного производственного объекта, но не выходит за пределы территории организации. Так как в концерне «Белнефтехим» находится наибольшее количество опасных объектов, материал этого вопроса рассматривается на примере этой отрасли.

Ликвидация аварий на уровне «А» и «Б» организуется комиссией по ЧС организации и концерна «Белнефтехим» и осуществляется силами и средствами производственного объекта с участием его специализированных подразделений. В необходимых случаях привлекаются силы и средства концерна «Белнефтехим» и оперативные группы территориальной комиссии по ЧС (аварийно-спасательная служба, скорая помощь и др.).

При авариях на уровне «В» опасная зона выходит за пределы территории

организации. Ликвидация аварий организуется территориальной комиссией по ЧС (районной, городской, областной или республиканской) с привлечением соответствующих сил и средств, в том числе сил и средств организации и концерна «Белнефтехим». Границы зон происшедших аварий определяются руководителями ликвидации аварии.

Для каждого газо-, взрыво- и пожароопасного производства, цеха, установки, а при необходимости — и для всего предприятия, должны разрабатываться планы ликвидации аварий (ПЛА). Они разрабатываются на основе Положения по разработке планов локализации и ликвидации инцидентов и аварий на опасных производственных объектах организаций концерна «Белнефтехим» (далее - Положение).

По планам ликвидации аварий на предприятии систематически проводят учебные тревоги, тренировки персонала для отработки взаимодействия работников производства с газоспасательной и пожарной службами, а также для проверки готовности персонала предприятий и газоспасательной службы к спасению людей и ликвидации аварий.

Учебные тревоги проводятся в каждом газо- и взрывоопасном производстве не реже двух раз в год в разные периоды года.

ПЛА изучают весь персонал и рабочие цеха, а также работники газоспасательной и пожарной служб. Ознакомление с планами оформляется под расписку. Лица, не знающие плана ликвидации аварий в части, относящейся к местам их работы, к работе не допускаются.

Для локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий на объектах газораспределительной системы и газопотребления газоснабжающими организациями должны создаваться аварийные службы с круглосуточным режимом работы, включая выходные и праздничные дни.

При разработке ПЛА проводится:

- прогнозирование сценариев возникновения инцидентов и аварий;
 - поэтапный анализ сценариев возможного развития инцидентов и аварий, масштабов их последствий;
 - оценка достаточности мер, предотвращающих возникновение и развитие аварий, а также сил и средств по защите людей, локализации и ликвидации аварий;
- планирование действий производственного персонала, специализированных подразделений организации по локализации и ликвидации инцидентов и аварий в минимально короткие сроки.

Прогнозирование должно охватывать все уровни развития аварий, возможное воздействие поражающих факторов аварии на смежные производственные объекты, другие организации, населенные пункты. При прогнозировании следует учитывать также возможность распространения на территорию организации поражающих факторов аварий в других организациях, а также воздействие природных явлений (затопление, загрязнение окружающей среды и др.), которые могут быть характерны для организации.

В организации разрабатывается перечень опасных производственных объектов с отражением возможных уровней развития аварий на них. Он утверждается руководителем организации по согласованию с областным управлением Госпромнадзора МЧС, территориальной аварийно-спасательной службой, а при возможности развития аварий на уровне «В» - с комиссией по ЧС при исполнительных и распорядительных органах района (города, области).

Ответственность за качество разработки, своевременность пересмотра, внесения изменений и дополнений в ПЛА возлагается на руководителя организации. Контроль за качеством разработанных ПЛА, достаточностью сил и средств, подготовленностью персонала и специализированных подразделений организации к ликвидации аварий осуществляют органы Госпромнадзора, территориальные комиссии по ЧС.

На действующих опасных производственных объектах к разработке ПЛА привлекаются: главный инженер (технический директор) организации, руководители опасных производственных объектов, главные специалисты, руководители производственного (производственно-технического) отдела, специализированных подразделений, охраны труда и органа повседневного управления организации по ЧС (отдел, сектор или отдельные работники, назначенные приказом - далее служба по ЧС), а также представители областного управления Госпромнадзора, территориальной аварийно-спасательной службы.

Для вновь сооружаемых и реконструируемых опасных производственных объектов ПЛА разрабатываются проектной организацией. К разработке ПЛА допускается привлекать сторонние организации, имеющие лицензию на проектирование производств, использующих опасные вещества.

Планы защиты населения и территории от ЧС области (города, района) разрабатываются территориальными комиссиями по ЧС и органами повседневного управления по ЧС с привлечением службы по ЧС организации и отдела по ЧС концерна «Белнефтехим».

ПЛА подписываются должностными лицами организации, согласовываются с областным управлением Госпромнадзора и территориальной аварийно-спасательной службой, утверждаются руководителем организации.

Планы защиты населения и территорий от ЧС (областей, городов, районов) утверждаются в порядке, установленном МЧС.

ПЛА на уровне «А» и «Б» должен включать:

- титульный лист
- краткую характеристику опасного производственного объекта;
- оперативную часть;
- данные о составе комиссии по ЧС и порядке ее сбора (для аварий на уровне «Б»);
- схему постадийного развития аварий;
- инструкцию по аварийной остановке производственного объекта;
- инструкцию по действиям диспетчера организации в случае аварии.

Утвержденный и согласованный ПЛА должен быть пронумерован и сброшюрован. Контрольный экземпляр ПЛА на уровне «А» и «Б» хранится в произ-

водственном (производственно-техническом) отделе или в другой уполномоченной службе в зависимости от структуры организации.

План защиты населения и территорий от ЧС (ликвидации аварий на уровне «В»), касающийся организации, хранится в службе по ЧС организации. ПЛА в полном объеме должен находиться у руководителей ликвидации аварий, диспетчера организации.

Извлечения из ПЛА в объеме, необходимом для оперативного выполнения соответствующих действий, должны находиться на рабочих местах, у руководителей специализированных подразделений, производств, в службе по ЧС организации, на пункте связи территориальной аварийно-спасательной службы.

ПЛА пересматриваются 1 раз в 5 лет. При отсутствии дополнений и изменений ПЛА переутверждаются.

Внеочередной пересмотр ПЛА осуществляется по предписанию органов Госпромнадзора, органов повседневного управления и комиссий по ЧС.

При изменениях в технологии, аппаратурном оформлении, метрологическом обеспечении процесса, наличии данных об авариях на аналогичных объектах ПЛА, в зависимости от конкретных обстоятельств, пересматриваются полностью или в них вносятся изменения и дополнения.

Дополнения и изменения в ПЛА на уровне «А» и «Б» вносятся в течение десяти дней. Изменения и дополнения к ПЛА согласовываются и утверждаются в том же порядке, что и сами ПЛА.

При пересмотре ПЛА должны учитываться изменения жилищно-гражданского строительства и развития промышленного комплекса в данном районе, совершенствование действий при авариях и опыт, накопленный в течение учебно-тренировочных занятий, учебных тревог и проверок.

9.5.9. Техническое расследование аварий, инцидентов

9.5.9.1. Порядок расследования аварий

Техническое расследование причин аварии проводится по каждому факту ее возникновения и направлено на установление обстоятельств и причин аварии, размера причиненного вреда, разработку мер по устранению ее последствий и мероприятий для предупреждения аналогичных аварий на данном и других опасных производственных объектах.

В случае аварии организация, эксплуатирующая опасный производственный объект:

- незамедлительно сообщает об этом в Госпромнадзор, вышестоящим по подчиненности организациям, объединениям, подчиненным Совету Министров Республики Беларусь, министерствам, другим республиканским органам государственного управления, местным исполнительным и распорядительным органам, а при авариях, сопровождающихся выбросами, разливами опасных веществ, взрывами, дополнительно сообщает в территориальные органы МЧС, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, комиссии по чрезвычайным ситуациям при Совете Министров Республики Беларусь;

- при групповых несчастных случаях и (или) несчастных случаях с тяжелым и смертельным исходом, происшедших в результате аварии, незамедлительно сообщает об этом также другим органам и организациям согласно п. 3.5.4.

- сохраняет неизменным место аварии до начала расследования, за исключением случаев, когда необходимо вести работы по ликвидации аварии, сохранению жизни и здоровья людей;

- осуществляет мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте;

- принимает меры по защите окружающей природной среды, жизни и здоровья работников в случае аварии на опасном производственном объекте;

- представляет в комиссию по техническому расследованию причин аварии всю информацию, необходимую указанной комиссии для осуществления своих полномочий.

Руководитель организации несет в соответствии с законодательством Республики Беларусь ответственность за осуществление возложенных на него функций.

Контроль за соблюдением технического расследования причин аварий, а также за своевременным выполнением мероприятий по их устранению осуществляют вышестоящие по подчиненности организации, министерства, другие республиканские органы государственного управления, объединения, подчиненные Совету Министров Республики Беларусь, в соответствии с их полномочиями.

Расследование проводится в соответствии с Положением о порядке технического расследования, причин аварий, инцидентов на опасных производственных объектах, утвержденном постановлением МЧС РБ 28.06.2006 г. №9 с последующими изменениями.

Техническое расследование причин аварии производится специальной комиссией возглавляемой государственным инспектором Госпромнадзора. В состав комиссии включаются представители: местного исполнительного и распорядительного органа и (или) органа местного самоуправления, организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, вышестоящего по подчиненности органа и других представителей в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Комиссия создается на основании приказа Госпромнадзора по согласованию с организациями, представители которых вводятся в состав комиссии и должна начать работу с момента издания приказа и не позднее 10 дней после этого составить акт расследования и другие документы и материалы.

Акт расследования подписывается всеми членами комиссии. Время работы комиссии может быть увеличено Госпромнадзором в случаях сложного характера аварии, необходимости проведения дополнительных исследований и экспертиз.

Комиссия по техническому расследованию причин аварии может привлекать к расследованию экспертные организации и специалистов в области промышленной безопасности, изысканий, проектирования, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изготовления оборудования и в других областях.

Для проведения экспертизы причин и характера разрушений сооружений и (или) технических устройств по решению Госпромнадзора могут образовываться экспертные комиссии. Заключение экспертных комиссий представляются комиссии по техническому расследованию аварии и прилагаются в качестве материалов расследования.

В ходе расследования комиссия:

- проводит осмотр, фотографирование, в необходимых случаях видеосъемки, составляет схемы и эскизы места аварии и составляет протокол осмотра места аварии;
- взаимодействует со спасательными подразделениями;
- опрашивает и получает письменные объяснения от очевидцев, должностных лиц и других работников;
- выясняет обстоятельства, предшествующие аварии, устанавливает причины ее возникновения;
- выясняет характер нарушения технологических процессов, условий эксплуатации оборудования;
- выявляет нарушения требований норм и правил промышленной безопасности, других нормативных правовых актов по охране труда;
- проверяет соответствие объекта или технологического процесса проектным решениям;
- проверяет качество принятых проектных решений;
- проверяет соответствие области применения оборудования;
- проверяет наличие и определяет исправность средств защиты до аварии; проверяет квалификацию обслуживающего персонала;
- устанавливает причины аварии и сценарий ее развития на основе опроса очевидцев, рассмотрения технической документации, экспертного заключения и результатов осмотра места аварии и проведенной проверки;
- определяет допущенные нарушения требований промышленной безопасности и лиц, допустивших эти нарушения;
- предлагает меры по устранению причин аварии, предупреждению возникновения подобных аварий;
- требует определения размера причиненного вреда, включающего прямые, социально-экономические потери и косвенные потери из-за неиспользованных возможностей, а также вред, причиненный окружающей природной среде.

Определение размера причиненного вреда от аварии осуществляется по методикам, утвержденным в установленном порядке, организацией, на объекте которой произошла авария. Документ о причиненном аварией вреде подписывается руководителем организации.

Финансирование расходов на техническое расследование причин аварии осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария.

При техническом расследовании причин аварии, повлекшей за собой несчастные случаи, кроме акта технического расследования причин аварии, составляется заключение согласно инструкции "О специальном расследовании несчастных

случаев на объектах и производствах, подконтрольных Комитету по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь", утвержденной приказом МЧС РБ от 01. 09.1999 г. N 54.

Материалы расследования должны включать:

- приказ о назначении комиссии для технического расследования причин аварии;
- акт технического расследования причин аварии, к которому прилагаются:
- протокол осмотра места аварии с необходимыми графическими, фото- и видеоматериалами;
- распоряжение о назначении экспертной комиссии и другие распоряжения, издаваемые комиссией по техническому расследованию причин аварии;
- заключение экспертной комиссии об обстоятельствах и причинах аварии с необходимыми расчетами, графическим материалом и т.п.;
- докладная записка военизированных горноспасательных частей, газоспасательных и других аварийно-спасательных подразделений, участвовавших в ликвидации аварии;
- протоколы опроса и объяснения лиц, причастных к аварии, а также должностных лиц, ответственных за соблюдение требований промышленной безопасности;
- копии документов, подтверждающих обучение, проведение инструктажа по охране труда и проверку знаний производственного персонала; справки о размере причиненного вреда;
- сведения о лицах, пострадавших от аварии и другие материалы, ее характеризующие.

Организация не позднее трех дней после окончания расследования рассылает материалы технического расследования причин аварии Госпромнадзору и его органу по месту аварии, а также соответствующим органам и организациям, представители которых принимали участие в техническом расследовании причин аварии, в необходимых случаях - органам прокуратуры по месту нахождения организации.

По результатам технического расследования причин аварии руководитель организации издает приказ, предусматривающий осуществление соответствующих мер по устранению причин и последствий аварии и обеспечению безаварийной эксплуатации опасного объекта, а также по привлечению к дисциплинарной и материальной ответственности лиц, допустивших нарушения правил безопасности.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, ведут учет аварий в журнале, анализируют причины их возникновения; один раз в полугодие представляют в Госпромнадзор и другие республиканские органы государственного управления по подчиненности сведения о количестве аварий, причинах их возникновения, принятых мерах по предупреждению подобных аварий.

Руководитель организации не позднее 10 дней по истечении сроков выполнения мероприятий, предложенных комиссией по техническому расследованию причин аварии, представляет Госпромнадзору, другим органам и организациям информацию об их выполнении.

9.5.9.2. Порядок расследования инцидентов

Инцидент представляет собой отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса или нарушение ТНПА, регулирующих безопасность в этой области.

В соответствии с законодательством инциденты классифицируются на следующие виды:

- *отказ I степени* - это внезапная остановка работы технического устройства или технологической системы, применяемых на опасном производственном объекте, без взрыва, разрушения этого устройства, системы, зданий или сооружений, но с прекращением или уменьшением выпуска продукции или с прекращением выполнения других производственных функций на 1 сутки и более, выброс опасных веществ с загрязнением окружающей среды или созданием опасной для жизни людей концентрации этих веществ в пределах территории предприятия;

- *отказ II степени* - это внезапная остановка работы технического устройства или технологической системы, применяемых на опасном производственном объекте, без взрыва, разрушения этого устройства, системы, зданий или сооружений с прекращением выпуска этим устройством продукции или выполнения производственных функций менее чем на 1 сутки;

- *повреждение I степени* - это внезапное проявление неисправности технического устройства, технологической системы, применяемых на опасном производственном объекте, требующее непланового вывода их в ремонт более чем на 1 сутки без уменьшения выпуска продукции объектом, на котором установлено это устройство, и требующее затрат на восстановление более шестимесячной нормы амортизационных отчислений на устройство;

- *повреждение II степени* - это внезапное проявление неисправности технического устройства, технологической системы, применяемых на опасном производственном объекте, требующее на устранение более 1 смены, при затратах менее шестимесячной нормы амортизационных отчислений на устройство без уменьшения суточного выпуска продукции объектом, на котором установлено это устройство;

- *нарушение* - это факт невыполнения требований Закона Республики Беларусь "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", иных нормативных правовых актов, устанавливающих правила ведения работ на опасных производственных объектах, конструкторской документации, технологических регламентов.

Инциденты в виде нарушений на степени не делятся.

Техническое расследование причин инцидентов осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, при этом:

- порядок проведения работ по техническому расследованию причин инцидентов определяется руководителем организации по согласованию с Госпромнадзором;

- результаты технического расследования причин инцидента оформляются актом;

- при техническом расследовании причин инцидентов, повлекших за собой несчастные случаи, кроме акта технического расследования причин инцидентов составляется заключение.

- все инциденты, повлекшие за собой несчастные случаи с тяжелым и смертельным исходом, расследуются комиссией, назначаемой приказом Госпромнадзора под председательством его представителя. Состав комиссии определяется в соответствии с требованиями вышеуказанной Инструкции.

- отказы I степени на объектах предприятий химических отраслей и хлебопродуктов, утилизации боеприпасов, взрывных и горных работ, нефтедобычи, металлургических производств, в газовом хозяйстве и на магистральных газо-, нефте-, продуктопроводах, паровых и водогрейных котлах, сосудах, работающих под давлением, эскалаторах расследуются комиссией, назначаемой приказом Госпромнадзора под председательством его представителя. В отдельных случаях по решению Госпромнадзора комиссия и ее председатель могут назначаться приказом руководителя эксплуатирующей организации или ее вышестоящей организации с обязательным включением в состав комиссии представителя Госпромнадзора;

- отказы II степени и повреждения I степени, отказы I степени на подъемных сооружениях расследуются комиссией предприятия. В отдельных случаях по решению Госпромнадзора в состав комиссии может включаться его представитель;

- повреждения II степени и нарушения расследуются в порядке, установленном руководителем организации и согласованном с органом Госпромнадзора. Они регистрируются в отдельном журнале.

Все инциденты учитываются в организациях. Госпромнадзор учитывает инциденты, относящиеся к отказам I, II степени, повреждениям I степени:

- учет инцидентов, относящихся к отказам I и II степени, повреждениям I степени, должен вестись в эксплуатирующих организациях в специальном журнале.

- о каждом происшедшем на опасном производственном объекте отказе I и II степени, повреждении I степени администрация эксплуатирующей организации должна немедленно сообщить в инспекцию, управление Госпромнадзора или оперативному дежурному по Госпромнадзору в г. Минске.

Госпромнадзор осуществляет контроль учета и анализа инцидентов на опасных производственных объектах, а также проверку достаточности разработанных и принимаемых мер по устранению причин и предупреждению инцидентов, их выполнения в установленные сроки.

При классификации инцидентов рекомендуется руководствоваться примерным перечнем видов инцидентов по отраслям промышленности, видам работ, опасным производствам и объектам.

9.5.10. Декларирование и лицензирование промышленной безопасности

Все виды деятельности, связанные с проектированием, строительством, эксплуатацией, монтажом и ремонтом оборудования, проведением экспертизы промышленной безопасности опасных промышленных объектов осуществляются

на основании соответствующих лицензий, выданных Госпромнадзором Республики Беларусь.

В частности, этот государственный орган выдает лицензии на следующие виды деятельности:

- проектирование, изготовление, монтаж, пусконаладочные работы, диагностирование, эксплуатация и ремонт объектов котлонадзора, грузоподъемных машин и сооружений, оборудования и приборов высокого давления; подъемных устройств рудников; оборудования горношахтного, геологоразведочного, нефтепромыслового, бурового, плавильного; для разлива металла; оборудования для химических и горных производств и процессов, где возможно образование взрывоопасных сред;

- проектирование, строительство, эксплуатация производств и объектов, на которых возможно образование взрывоопасных сред смеси газов, паров, пыли с воздухом и другими окислителями; веществ, склонных к взрывному превращению, а также производств и объектов с вредными веществами; хранение и транспортировка (включая транзит) этих веществ;

- проектирование, строительство, монтаж, наладка, диагностирование, эксплуатация и ремонт оборудования и систем газоснабжения, изготовление изделий для них;

- проектирование горных производств и объектов разработки месторождений полезных ископаемых, в том числе пресных и минеральных подземных вод, лечебных грязей, а также специальных подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;

- строительно-монтажные, наладочные и ремонтные работы, выполняемые на подконтрольных Госпромнадзору объектах;

- профессиональная подготовка в системе профтехобразования, на предприятиях и в организациях, частных учебных заведениях, персонала поднадзорных объектов и производств, исключая деятельность, лицензируемую Министерством образования.

Лицензия выдается субъекту хозяйственной деятельности на определенные виды работ на основании акта приемки опасного производственного объекта в эксплуатацию, либо положительного заключения экспертизы промышленной безопасности, декларации промышленной безопасности и других документов, установленных действующим законодательством.

Предприятия со значительным количеством опасных веществ и материалов должны разрабатывать декларации промышленной безопасности (далее - декларации безопасности) в соответствии с действующим законодательством.

Декларация безопасности производственного объекта - официальное заявление о готовности к обеспечению безопасной деятельности производства, т.е. это документ, в котором отражаются характер и масштабы опасностей на хозяйственном объекте и мероприятия по готовности к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Разработка декларации безопасности предполагает всестороннюю оценку риска аварии и связанной с ней угрозы; анализ достаточности принятых мер по

предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии; разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий и размера ущерба, причиненного в случае аварии.

Декларация безопасности разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта.

Она уточняется или разрабатывается вновь в случае обращения за лицензией на эксплуатацию опасного производственного объекта, изменения сведений, содержащихся в декларации, или в случае изменения требований промышленной безопасности.

Декларация безопасности утверждается руководителем организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, который несет ответственность за полноту и достоверность содержащихся в ней сведений.

В соответствии с действующим законодательством декларация проходит экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке.

Декларация безопасности представляется в соответствующий штаб гражданской обороны, комиссию по чрезвычайным ситуациям, орган Госпромнадзора и местный исполнительный и распорядительный орган управления. Руководитель организации, эксплуатирующий опасный производственный объект, обеспечивает доступ к декларации официальных представителей, общественных объединений и гражданам в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

Декларация безопасности пересматривается не реже одного раза в пять лет, а также в следующих случаях:

- изменения условий, влияющих на обеспечение промышленной безопасности, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС), защиты населения и территорий от ЧС;
- изменения действующих требований в области промышленной безопасности, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защиты населения и территорий от ЧС;
- по решению Госпромнадзора.

Декларация безопасности промышленного объекта является документом, в котором отражены характер и масштабы опасностей на промышленном объекте и выработанные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в техногенных чрезвычайных ситуациях. Декларация разрабатывается как для действующих, так и для проектируемых предприятий.

Как итоговый документ декларация безопасности включает следующие разделы: общая информация об объекте; анализ опасности промышленного объекта; обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций; информирование общественности; и приложения» включающие ситуационный план объекта и информационный лист.

Декларация безопасности действующего промышленного объекта с особо опасными производствами является обязательным документом, который разраба-

тывается организацией собственными силами (или организацией, имеющей лицензию на такой вид работ) и представляется в органы Госпромнадзора при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности, связанной с повышенной опасностью производства.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к генплану предприятия, производственным зданиям и сооружениям?
2. Приведите характеристику и требования к санитарно-бытовым помещениям
3. Что представляет собой раздел по охране труда в проектной документации?
4. Назовите основные причины возникновения аварийных ситуаций на производстве
5. Как категорируются производства и объекты по взрывоопасности?
6. Какие основные требования безопасности, предъявляются к технологическим процессам?
7. Какова роль технологического регламента при проведении технологических процессов?
6. Какие требования безопасности предъявляются к технологическому оборудованию и его размещению?
9. Каков порядок расследования аварий, инцидентов на производстве?
10. Что представляет собой система управления технологическими процессами?
11. На какие виды опасной деятельности необходимо получать лицензию?
12. Какие существуют порядок и требования к разработке декларации промышленной безопасности?

Глава 10. Основы электробезопасности

10.1. Общие положения

Электрическая энергия является одним из наиболее удобных и экономически выгодных видов энергоресурсов. Она одинаково широко используется как на производстве, так и в быту.

Для производства, передачи и распределения электроэнергии между потребителями в Республике Беларусь сооружены и эксплуатируются тепловые электрические станции мощностью до 2,4 миллиона киловатт, электрические сети напряжением от 0,4 до 750 кВ и сотни тысяч электроустановок.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) *электроустановками* называются совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

По требованиям обеспечения надежности электроснабжения электроприемники делятся на три категории:

I – электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров;

II - электроприемники, перерыв питания которых приводит к резкому снижению выпуска продукции, длительным простоям технологического оборудования;

III – все остальные потребители, не относящиеся к I и II категориям.

Электрические установки, с которыми приходится иметь дело практически всем работающим на производстве, представляют потенциальную опасность. Она заключается в том, что токоведущие проводники (или корпуса машин, оказавшиеся под напряжением в результате повреждения изоляции) не подают сигналов опасности, на которые реагирует человек. Реакция человека на электрический ток возникает лишь после его прохождения через ткани.

При эксплуатации электроустановок, технологического оборудования с электроприводом, электробытовых приборов человек подвергается не только опасному воздействию электрического тока, но и вредному влиянию электромагнитных полей.

Статистика электротравматизма показывает, что до 85 % смертельных поражений людей электрическим током приходится в результате прикосновения пострадавшего непосредственно к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Основными причинами электротравм на производстве являются неудовлетворительная организация работ на электроустановках, незнание и невыполнение руководителями работ и потерпевшими требований электробезопасности, неис-

пользование работающими средств индивидуальной защиты, несоответствие электроустановок установленным требованиям правил и норм.

10.2. Действие электрического тока на организм человека

Проходя через организм, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие.

Термическое действие тока вызывает ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов, нервов, крови и т.п.

Электролитическое действие тока выражается в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, легких и сердца. В результате могут возникнуть различные нарушения, и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Многообразие воздействия электрического тока выражается в получении двух видов поражения — электрической травме и электрическом ударе.

Электрическая травма представляют собой четко выраженное местное повреждение тканей организма в результате воздействия электрического тока или электрической дуги. В большинстве случаев электротравмы излечиваются, однако при тяжелых ожогах исход поражения может быть смертельным.

Различают несколько видов электрических травм.

Электрический ожог, являющийся самой распространенной электротравмой, может быть токовым (или контактными) и дуговым.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека в результате его контакта с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Количество теплоты, выделяемой в ткани человека (Дж), определяется законом Джоуля-Ленца

$$Q = (I_{\text{ч}})^2 R_{\text{ч}} \tau,$$

где $I_{\text{ч}}$ - сила тока, проходящего через тело человека, А;

$R_{\text{ч}}$ - сопротивление тела человека, Ом; τ - время протекания тока, с..

Ожоги разделяют на четыре степени: I- покраснение кожи, II-образование пузырей, III-омертвление всей толщи кожи; IV-обугливание тканей. Тяжесть поражения организма обуславливается не степенью ожога, а площадью обожженной поверхности тела. Токовые ожоги возникают при напряжении не выше 1-2 кВ и в большинстве случаев им присваивают I и II степень. Встречаются и тяжелые ожоги.

Дуговой ожог является следствием образования электрической дуги между токоведущей частью и телом человека, которая и причиняет ожог. Дуга имеет температуру выше 3500°C и обладает весьма значительной энергией. Дуговые ожоги, как правило, тяжелые и имеют III или IV степень тяжести.

Электрические знаки — это четко очерченные пятна серого или, бледно-желтого цвета, образующиеся на коже человека в результате действия тока. Знаки могут быть и в виде царапин, ран, порезов или ушибов, бородавок, кровоизлияний и мозолей. Как правило, электрические знаки безболезненны, и лечение их заканчивается благополучно.

Металлизация кожи - это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротком замыкании, отключении рубильника, находящегося под нагрузкой и т. п. Металлизация сопровождается ожогом кожи, вызываемым нагретым металлом.

Электроофтальмия - это поражение глаз, вызванное интенсивным излучением электрической дуги, спектр которой содержит вредные для глаз ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Кроме того, возможно попадание в глаза брызг расплавленного металла. Ношение защитных очков, не пропускающих ультрафиолетовые лучи, обеспечивают защиту глаз от брызг расплавленного металла.

Механические повреждения возникают в результате резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и даже переломы костей. К этому же виду травм следует отнести ушибы и переломы, вызванные падением человека с высоты, ударами о предметы в результате произвольных движений или потери сознания при воздействии тока. Механические повреждения являются, как правило, серьезными травмами, требующими длительного лечения.

Электрический удар - это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц. Электрические удары в зависимости от исхода воздействия тока на организм условно делят на следующие четыре степени: I - судорожное сокращение мышц; II — судорожное сокращение мышц, потеря сознания; III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV— клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Причинами смерти в результате поражения электрическим током могут быть прекращение работы сердца или легких и электрический шок.

Прекращение работы сердца, как следствие воздействия тока на мышцу сердца, наиболее опасно. Это воздействие может быть прямым, когда ток протекает через область сердца, и рефлекторным, когда ток проходит через центральную нервную систему.

В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить его фибрилляция (беспорядочное сокращение мышечных волокон сердца — фибрилл), что приводит к остановке кровообращения.

Прекращение дыхания может быть вызвано прямым или рефлекторным воздействием тока на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания.

При длительном действии тока у человека наступает так называемая асфиксия (удушье) - болезненное состояние, являющееся результатом недостатка ки-

слорода и избытка диоксида углерода в организме. При асфиксии последовательно утрачиваются сознание, чувствительность, рефлексы, затем прекращается дыхание и, наконец, останавливается сердце — наступает клиническая смерть.

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

10.3. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока определяются электрическим сопротивлением тела человека, напряжением тока и продолжительностью воздействия электрического тока. Они также зависят от пути прохождения тока через тело человека, рода и частоты электрического тока, а также от условий внешней среды и индивидуальных особенностей человека.

Электрическое сопротивление тела человека. Тело человека является проводником электрического тока, неоднородным по электрическому сопротивлению. Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожа, поэтому общее сопротивление тела человека определяется главным образом величиной сопротивления кожи. Кожа состоит из двух основных слоев: наружного - эпидермиса и внутреннего - дермы. *Наружный слой* - в свою очередь состоит из нескольких слоев, из которых верхний слой называется *роговым*.

Роговой слой в сухом незагрязненном состоянии можно рассматривать как диэлектрик. Его удельное объемное сопротивление достигает 10^5-10^6 Ом·м, в тысячи раз превышая сопротивление других слоев кожи (дермы) и внутренних тканей организма.

Сопротивление тела человека при сухой чистой и неповрежденной коже (измеренное при напряжении 15-20 В) колеблется в пределах от 3 до 100 кОм и более, а сопротивление внутренних слоев тела составляет всего 300-500 Ом.

Для проведения расчетов величину сопротивления тела человека принимают равной 1000 Ом.

В действительности сопротивление тела человека не является постоянным. Оно зависит от состояния кожи, окружающей среды, параметров электрической цепи и т.д. Повреждения рогового слоя (порезы, царапины, ссадины) снижают сопротивление тела до 500-700 Ом, что увеличивает опасность поражения человека током. Такое же влияние оказывает увлажнение кожи водой или потом. Поэтому работа с электроустановками влажными руками и в условиях, вызывающих увлажнение кожи, а также при повышенной температуре усугубляет опасность поражения человека током.

Загрязнение кожи вредными веществами, хорошо проводящими электрический ток (пыль, окалина), тоже приводит к снижению ее сопротивления.

Имеют значение площадь контакта и место касания, поскольку сопротивление кожи неодинаково на разных участках тела. Наименьшим сопротивлением обладает кожа лица, шеи, ладоней и рук, особенно на стороне, обращенной к туловищу (подмышечных впадинах и др.). Кожа тыльной стороны кисти и подошв имеет сопротивление, во много раз превышающее сопротивление кожи других участков тела.

При увеличении тока и времени его прохождения сопротивление тела человека падает, потому что вследствие местного нагрева кожи расширяются сосуды, усиливается кровоснабжение этого участка и потовыделение.

Сопротивление тела человека уменьшается при повышении частоты тока и при 10-20 кГц наружный слой кожи практически утрачивает устойчивость к электрическому току.

Сила тока и напряжение. Основным фактором, определяющим исход поражения человека электрическим током, является сила тока, проходящего через его тело (табл. 10.1). С увеличением силы тока сопротивление тела человека падает, так как усиливается местный нагрев кожи, что приводит к расширению сосудов, усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потовыделения.

Таблица 10.1. Пороговые значения различных видов тока

Вид электрического тока, протекающего через организм человека *	Сила тока, мА	
	Переменный ток	Постоянный ток
<i>Ощутимый</i> - вызывает ощутимые раздражения	0,6-1,5	5-7
<i>Неотпускающий</i> - вызывает непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник	10-15	50-60
<i>Фибрилляционный</i> - вызывает фибрилляцию сердца	100	300

* *Мгновенная остановка сердца наступает при силе тока, равной 5 А.*

Напряжение, приложенное к телу человека, также влияет на исход поражения, поскольку оно определяет значение силы тока, проходящего через человека. Рост напряжения приводит к пробоем рогового слоя кожи, сопротивление кожи уменьшается в десятки раз, приближаясь к сопротивлению внутренних тканей (300— 500 Ом), соответственно увеличивается сила тока.

Особенности воздействия электрического тока на организм человека передаются данными табл. 10.2.

Таблица 10.2. Особенности воздействия электрического тока на организм человека

Сила тока, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ток
0,6 – 1,5	Начало ощущения - слабый зуд, пощипывание кожи под электродами	Не ощущается
2,0 – 4,0	Ощущение тока распространяется и на запястье руки, слегка сводит руку	Не ощущается
5,0 – 0,7	Болевые ощущения усиливаются во всей кисти, сопровождаясь судорогами; слабые боли ощущаются во всей руке, вплоть до предплечья	Начало ощущения. Впечатление нагрева кожи под электродом
8,0 – 10	Сильные боли и судороги во всей руке, включая предплечье. Руки еще можно оторвать от электродов	Усиление ощущения нагрева
10 – 15	Едва переносимые боли во всей руке. Руки невозможно оторвать от электродов. С увеличением продолжительности протекания тока боли усиливаются	Еще большее усиление ощущения нагрева как под электродами, так и в прилегающих областях кожи
20 – 25	Руки парализуются мгновенно, оторваться от электродов невозможно. Сильные боли, дыхание затруднено	Еще большее усиление ощущения нагрева кожи, возникновение ощущения внутреннего нагрева. Незначительные сокращения мышц рук
25 – 50	Очень сильная боль в руках и груди. Дыхание крайне затруднено. При длительном токе может наступить паралич дыхания или ослабление деятельности сердца с потерей сознания	Ощущение сильного нагрева, боли и судороги в руках. При отрыве рук от электродов возникают едва переносимые боли в результате судорожного сокращения мышц
50 – 80	Дыхание парализуется через несколько секунд, нарушается работа сердца. При длительном протекании тока может наступить фибрилляция сердца	Ощущения очень сильного поверхностного и внутреннего нагрева, сильные боли во всей руке и в области груди. Затруднение дыхания. Руки невозможно оторвать от электродов из-за сильных болей при нарушении контакта
100	Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич дыхания	Паралич дыхания при длительном протекании тока
300	То же действие за меньшее время	Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич дыхания
Более 5000	Дыхание парализуется немедленно - через доли секунды. Фибрилляция сердца, как правило, не наступает; возможна временная остановка сердца в период протекания тока. При длительном протекании тока (несколько секунд) тяжелые ожоги, разрушение тканей	

Род и частота электрического тока. Постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного, что видно из сопоставления пороговых значений ощу-

тимого и неотпускающего постоянного и переменного токов. Но это справедливо лишь до напряжений 250-300 В. При более высоких значениях напряжения постоянный ток становится более опасным, чем переменный (с частотой 50 Гц).

При воздействии на человека переменного тока важное значение имеет его частота. С увеличением его частоты полное сопротивление тела уменьшается и при 10—20 кГц наружный слой кожи практически утрачивает сопротивление электрическому току, что также приводит к увеличению тока, проходящего через человека, а, следовательно, повышается опасность поражения.

Наибольшую опасность представляет ток с частотой от 50 до 1000 Гц. При дальнейшем повышении частоты опасность поражения уменьшается и полностью исчезает при частоте 45—50 кГц. Эти токи опасны лишь с точки зрения ожогов. Снижение опасности поражения током с ростом частоты становится практически заметным при 1 — 2 кГц.

Продолжительность воздействия электрического тока. Длительное воздействие электрического тока приводит к тяжелым, а иногда смертельным поражениям человека.

Безопасным считается длительное воздействие тока силой 1 мА, при продолжительности действия до 30 с безопасен ток 6 мА.

Практически допустимыми с достаточно малой вероятностью поражения приняты следующие значения силы тока табл. (10.3).

Таблица 10.3. Допустимые значения силы тока в зависимости от длительности воздействия

Длительность воздействия, с	Сила тока, мА
1,0	50
0,7	70
0,5	100
0,2	250

Путь прохождения тока через тело человека. Этот фактор играет также существенную роль в исходе поражения, так как ток может пройти через жизненно важные органы — сердце, легкие, головной мозг и т.д.

Возможных путей прохождения тока через тело человека, которые называются также *петлями тока*, достаточно много. Наиболее часто встречающиеся петли тока: рука - рука, рука - ноги, нога - нога представлены в табл. 10.4.

Наиболее опасны петли тока, которые затрагивают область сердца, т.е. голова - руки и голова – ноги, однако, они возникают относительно редко.

Индивидуальные свойства человека. Установлено, что физически здоровые и крепкие люди легче переносят электрические удары.

Повышенной восприимчивостью к электрическому току отличаются лица, страдающие болезнями кожи, имеющие заболевания сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции и легких, нервные болезни и др.

Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок предусматривается отбор персонала для обслуживания действующих электроустановок, исходя из состояния здоровья людей. С этой целью проводят медицинское освидетель-

ствование лиц при поступлении их на работу, которое проводится один раз в два года с учетом перечня болезней и расстройств, являющихся противопоказанием к обслуживанию действующих электроустановок.

Таблица 10.4. Характеристика петель тока в теле человека

Путь тока	Частота возникновения данного пути тока	Доля людей, потерявших сознание при прохождении тока
Рука — рука	40	83
Правая рука — ноги	20	87
Левая рука — ноги	17	80
Нога — нога	6	15
Голова — ноги	5	88
Голова — руки	4	92
Прочие	8	65

Условия внешней среды. Состояние окружающей воздушной, среды, а также окружающая обстановка могут существенным образом влиять на опасность поражения током.

Сырость, токопроводящая пыль, наличие едких паров и газов, разрушающе действующих на изоляцию электроустановок, а также высокая температура окружающего воздуха, снижают электрическое сопротивление тела человека, что еще больше увеличивает опасность поражения током.

Воздействие тока на человека усугубляют также токопроводящие полы и близко расположенные к электрооборудованию металлические конструкции, имеющие связь с землей, так как при одновременном касании этого предмета и корпуса электрооборудования, случайно оказавшегося под напряжением, через человека пройдет ток большой силы.

В зависимости от перечисленных условий, повышающих опасность воздействия тока на человека, «Правилами устройства электроустановок» (далее ПУЭ) все помещения по опасности поражения людей электрическим током делят на четыре класса.

1. *Помещения без повышенной опасности.* Характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

2. *Помещения с повышенной опасностью.* Характеризуются наличием одного из следующих условий:

а) сырость (когда относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 %) или токопроводящая пыль;

б) токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и др.);

в) высокая температура (выше 35⁰С);

г) возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой.

3. *Особо опасные помещения.* Характеризуются наличием одного из нижеперечисленных условий:

а) особая сырость (при относительной влажности воздуха, близкой к 100%, когда потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

б) химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования;

в) наличие одновременно двух или более условий повышенной опасности.

4. *Территории размещения наружных электроустановок.* По опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

В химической промышленности многие производственные помещения являются особо опасными.

Кроме того, в зависимости от климатической среды, помещения подразделяют на: *сухие (нормальные)* с влажностью до 60%, *влажные* (60-75%), *сырые* (более 75%), *особо сырые* (с влажностью, близкой к 100 %), *жаркие* (при постоянной температуре выше 35 °С), *пыльные, помещения с химически активной или органической средой.*

Электрооборудование следует выбирать с учетом состояния окружающей среды и класса помещения по опасности поражения током, чтобы обеспечить необходимую степень безопасности людей при его обслуживании.

Для защиты электрооборудования от воздействия химически активной среды необходимо, чтобы оно соответствовало условиям эксплуатации. Материал, из которого выполнено электрооборудование, должен быть коррозионноустойчивым, металлические части должны быть надежно защищены лакокрасочным или гальваническим покрытием. Соответствующие требования предъявляются и к электропроводке.

Так, электрическое оборудование, установленное в сырых, особо сырых и пыльных помещениях, а также в помещениях с химически активной средой, должно быть закрытого типа, иметь соответствующее исполнение: капле-, брызгозащищенное, пыленепроницаемое, продуваемое. Кроме того, материалы, из которого выполнено электрооборудование, должны быть коррозионноустойчивыми, а металлические части — надежно защищены лакокрасочным или гальваническим покрытием.

Электрооборудование и электрические сети, размещаемые в помещениях с химически активной средой, а также места их прокладки следует выбирать с учетом исполнения и покрытия, обеспечивающего их защиту от воздействия агрессивной среды.

Во взрывоопасных зонах всех классов с химически активными средами применяют провода и кабели с поливинилхлоридной изоляцией, а также провода с резиновой и кабели с резиновой и бумажной изоляцией в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке. Использование проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией в любых оболочках и покрытиях не допускается.

В зависимости от класса помещений по опасности поражения электрическим током устанавливается величина безопасного напряжения, при котором не требуется специальных мер защиты. Для помещений с повышенной опасностью $U = 36$ В, в особо опасных помещениях $U = 12$ В, для помещений без повышенной опасности $U = 220$ В. Эти величины напряжений учитывают при устройстве местного освещения, работе с ручным электроинструментом и т.п..

10.4. Условия и основные причины поражения электрическим током

При изучении причин электротравматизма необходимо различать прямой контакт человека с токоведущими частями электроустановок и косвенный. Первый, как правило, возникает при грубейших нарушениях правил эксплуатации электроустановок, второй - в результате аварийных ситуаций, например при пробое изоляции.

Поражение человека электрическим током возможно лишь при его непосредственном контакте с точками электроустановки, между которыми существует разность потенциалов, или с точкой, потенциал которой отличается от потенциала земли. Опасность такого прикосновения оценивается величиной тока, проходящего через тело человека, или напряжением прикосновения. *Напряжение прикосновения* - это напряжение между точками цепи тока, которых одновременно касается человек (ГОСТ 12.1.009). Необходимо иметь в виду, что *электрическая цепь* - это совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в котором могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, токе и напряжении.

В свою очередь, напряжения прикосновения и токи, проходящие через тело человека, зависят от схемы включения его в электросеть, ее напряжения, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей, их емкостной составляющей относительно земли и многих других факторов. Выбор схемы сети и, соответственно, режима нейтрали источника тока определяется как технологическими требованиями (величина рабочего напряжения, протяженность сети, количество потребителей и т.п.), так и условиями безопасности.

Трехфазные сети различаются в зависимости от режима нейтрали и наличия нулевого провода (рис. 10.1).

Нейтралью называется точка соединения обмоток трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству, либо присоединенная к нему через аппараты с большим сопротивлением (сеть с изолированной нейтралью), либо непосредственно соединенная с заземляющим устройством (сеть с глухозаземленной нейтралью).

В соответствии с ПУЭ *глухозаземленной нейтралью* называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформаторы тока). В свою очередь, *изолированной нейтралью* называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты, заземляю-

щие дугогасящие реакторы и подобные им устройства, имеющие большое сопротивление.

Правила устройства электроустановок предусматривают использование при напряжениях до 1000 В лишь двух схем трехфазных сетей: трехпроводной с изолированной нейтралью и четырехпроводной с глухозаземленной нейтралью. По технологическим требованиям предпочтение отдается четырехпроводной сети, так как в ней возможно применение двух рабочих напряжений - линейного и фазного.

Схемы включения человека в электросеть могут быть различными. Однако наиболее распространенными применительно к сетям переменного тока являются две: когда человек одновременно касается двух проводов (двухфазное включение) или когда он касается лишь одного провода или корпуса электрооборудования, находящегося под напряжением (однофазное включение). Во втором случае предполагается наличие электрической связи между сетью и землей.

Двухфазное включение человека в электрическую сеть с изолированной нейтралью (рисунок 16.2) является наиболее опасным, поскольку в данном случае человек находится под наибольшим в данной сети линейным напряжением.

При двухфазном включении, независимо от вида сетей, человек попадает под полное линейное напряжение сети и величина силы тока, проходящего через тело человека, определяется по формуле

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{л}}/R_{\text{ч}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}}/R_{\text{ч}},$$

где $U_{\text{л}}$ - линейное напряжение, т.е. напряжение между фазными проводами сети, В;

$R_{\text{ч}}$, - сопротивление тела человека, Ом;

$U_{\text{ф}}$ - фазное напряжение (напряжение между началом и концом одной обмотки или между фазным и нулевым проводами), В.

В сети с линейным напряжением 380 В ($U_{\text{ф}} = 220$ В) при сопротивлении тела человека 1000 Ом ток, проходящий через него, будет равен

$$I_{\text{ч}} = 1,73 \cdot 220 / 1000 = 0,38 \text{ А}.$$

Такая сила тока для человека является смертельно опасной.

При двухфазном включении ток, проходящий через тело человека, не зависит от режима нейтрали сети.

Таким образом, опасность поражения человека при двухфазном прикосновении не уменьшится даже в том случае, если он будет надежно изолирован от земли с помощью диэлектрических галош, бот, ковриков, пола.

Статистика свидетельствует, что наибольшее количество электротравм происходит при однофазном включении, причем большинство из них - в сетях с напряжением 380/220 В.

Однофазное включение человека в электрическую сеть (рис.10.3, 10.4) менее опасно, так как напряжение, под действием которого оказывается человек, не превышает фазного, т.е. меньше линейного в 1,73 раза. Соответственно будет меньше и сила тока, проходящего через тело человека. Однако в данном случае исход поражения будет определяться режимом нейтрали.

В *трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью* петля тока, проходящего через человека, включает в себя кроме его собственного сопротивления, сопротивление обуви, пола, заземления нейтрали источника тока. Кроме того, следует иметь в виду, что все эти сопротивления включены в цепь последовательно. Таким образом, при однофазном включении в электрическую сеть с глухозаземленной нейтралью ток, проходящий через тело человека, определяется по формуле

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / (R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_{\text{з}}),$$

где $R_{\text{об}}$, $R_{\text{п}}$ и $R_{\text{з}}$ - соответственно сопротивления обуви, пола и заземления нейтрали источника тока, Ом.

В наиболее неблагоприятных случаях, когда человек стоит на сырой земле или на металлическом полу и в сырой обуви, т.е. когда сопротивление обуви и пола приближается к нулю, а сопротивление заземления по условиям ПУЭ не должно превышать 10 Ом, сила тока, проходящего через тело человека, будет равна

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / R_{\text{ч}} = 220 / 1000 = 0,22 \text{ А},$$

что является для него смертельным.

С другой стороны, если человек обут в нетокопроводящую обувь (резиновые галоши с сопротивлением 45 кОм) и стоит на изолирующем коврик или сухом деревянном полу $R_{\text{п}} = 100 \text{ кОм}$, то сила тока, проходящего через тело человека, будет составлять

$$I_{\text{ч}} = 220 / (1000 + 45\,000 + 100\,000 + 10) = 0,0015 \text{ А}.$$

Сила тока 1,5 мА не опасна для человека, что убедительно доказывает, насколько важную роль для безопасности работающих на электроустановках играют нетокопроводящая обувь и изолирующие полы.

В *трехфазной сети с изолированной нейтралью* петля тока включает сопротивление самого человека, его обуви, пола, а также сопротивление изоляции проводов сети, которая в исправном состоянии должна быть не менее 0,5 МОм.

В этом случае сила тока, проходящего через тело человека, определяется по формуле

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / (R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_{\text{из}}/3),$$

где $R_{\text{из}}$ - сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли, Ом. Эта формула справедлива, если сопротивления каждой из фаз относительно земли одинаковы, а емкости фаз одинаковы и малы относительно земли и по величине стремятся к нулю (например, в воздушных сетях небольшой протяженности).

Условия безопасности в этом случае находятся в прямой зависимости от сопротивления изоляции фаз относительно земли: чем качественнее изоляция, тем меньше ток, проходящий через тело человека. Однако в аварийном режиме, когда одна из фаз замыкает на землю или корпус оборудования или сопротивление изоляции мало, человек может оказаться под полным линейным напряжением.

В случае аварийной ситуации, при замыкании одной из фаз на землю

($R_{из}=0$), человек может оказаться под действием линейного напряжения и сила тока, проходящего через него, будет равна

$$I_{ч} = \sqrt{3} U_{\phi} / (R_{ч} + R_{об}) = 1,73 \cdot 220 / (1000 + 0) = 0,38 \text{ А.}$$

В производственных условиях изоляция фазных проводов, изготовленных из диэлектрических материалов, в процессе старения, увлажнения, воздействия агрессивных сред, истирания, повреждения и т.п. изменяется неодинаково. Поэтому расчет безопасных условий эксплуатации электроустановок осложняется вследствие необходимости учета реальных значений сопротивления изоляции каждой из фаз сети.

При больших значениях емкостей проводов относительно земли (например, в кабельных линиях) сила тока, проходящего через тело человека, будет определяться только емкостной составляющей

$$I_{ч} = U_{\phi} / \sqrt{R_{ч}^2 + (X/3)^2}$$

где X - емкостное сопротивление одной фазы, Ом.

При наиболее неблагоприятных условиях, когда человек имеет токопроводящую обувь и стоит на токопроводящем полу, сила тока определится из выражения

$$I_{ч} = U_{\phi} / (R_{ч} + R_{из}/3) = 220 / (1000 + 500\,000/3) = 0,0013 \text{ А}$$

Таким образом, при прочих равных условиях прикосновение человека к одной из фаз сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем сети с глухозаземленной нейтралью. Однако это положение справедливо лишь для нормальных режимов работы сетей.

Следовательно, вышеприведенные расчеты показывают, что использование трехфазной сети с изолированной нейтралью более безопасно только при нормальных режимах работы, а в аварийных режимах она становится опаснее сети с глухозаземленной нейтралью. Отсюда вытекает необходимость постоянного контроля сопротивления изоляции проводов.

Сети с изолированной нейтралью следует использовать только в тех случаях, когда они мало разветвлены, в сухих беспыльных помещениях без агрессивной среды и опасности повреждения изоляции проводов. Кроме того, при эксплуатации электрической сети должны обеспечиваться небольшая емкость относительно земли и постоянный контроль за ее состоянием.

Электроустановки с рабочим напряжением выше 1000 В представляют значительную опасность при прикосновении к фазе независимо от режима нейтрали. Поэтому для предотвращения поражения током необходимо исключать возможность не только касания, но и приближения человека на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением, поскольку может возникнуть искровой разряд, переходящий затем в электрическую дугу.

В электроустановках напряжением до 35 кВ нейтраль или совсем не заземляют (при низкой силе тока замыкания на землю), или заземляют через реактивную (дугогасящую) катушку, что обусловлено надежностью и экономичностью

эксплуатации. При эксплуатации электроустановок с напряжением выше 35 кВ используется только сеть с глухозаземленной нейтралью.

Замыкание одной из фаз на землю может происходить при повреждении изоляции и пробое фазы на заземленный корпус электрооборудования, при падении на землю провода под напряжением и по другим причинам. Такое замыкание может быть случайным или преднамеренным. В последнем случае проводник, находящийся в контакте с землей, называется *заземлителем* или *электродом*.

В объеме земли, где протекает ток, возникает так называемая «*зона растекания тока замыкания на землю*» - зона земли, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный токами замыкания на землю, может быть условно принят равным нулю (ГОСТ 12.1.009). В соответствии с этим *ток замыкания на землю* — это ток, проходящий через место замыкания на землю.

Теоретически зона растекания простирается до бесконечности, однако в реальных условиях уже на расстоянии 20 м от заземлителя плотность тока растекания и потенциал практически равны нулю.

Характер потенциальной кривой растекания существенным образом зависит от формы заземлителя. Так, для одиночного полусферического заземлителя потенциал на поверхности земли будет изменяться по уравнению гиперболы.

На рис. 10.5 показана принципиальная схема распределения потенциала на поверхности земли вокруг полусферического заземлителя.

Растекание тока замыкания в грунте определяет характер распределения потенциалов на поверхности земли, что, в свою очередь, приводит к возникновению нового вида поражения человека, а именно попадание его под напряжение прикосновения или напряжение шага.

Напряжение прикосновения может возникнуть в том случае, если человек будет находиться на земле или на токопроводящем полу и касаться при этом корпуса заземленного электрооборудования, случайно оказавшегося под напряжением.

Человек также может оказаться под напряжением, попав в зону растекания тока в земле при обрыве провода, наличии заземляющего устройства, при ударе молнии и стекании электрического разряда в землю, повреждении изоляции проводов и т.д. Это напряжение называют *напряжением шага*, т.е. напряжением между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии длины шага, на которых одновременно стоит человек (ГОСТ 12.1.009).

На рис. 10.6 показана схема зоны растекания тока в земле через заземлитель при коротком замыкании одной из фаз на корпус электроустановки (пробое на корпус) и появления шагового напряжения.

Напряжение шага определяется как разность потенциалов отдельных точек земли, которые оказываются под ногами человека в зоне растекания тока

$$U_{\text{шаг}} = \varphi_1 - \varphi_2 = I_3 r_a / 2\pi x(x + a)$$

где φ_1 и φ_2 - потенциалы точек земли, на которых стоит человек, В;
 I_3 - ток замыкания на землю, А;

ρ - удельное сопротивление грунта, Ом·м;

a — длина шага человека (0,8 м);

x - расстояние от заземлителя до одной ноги, м.

Из рис. 10.6 и формулы видно, что наибольшее напряжение возникает в точке замыкания на землю, на расстоянии 1 м оно составляет 0,5-0,7 от полного, а в точках B_1 и B_2 (на расстоянии примерно 20 м) по уравнению гиперболы оно снижается практически до нуля.

Очевидно, чем шире шаг, тем шаговое напряжение будет выше и может достигнуть опасной величины. Поражение при шаговом напряжении усугубляется тем, что из-за судорожных сокращений мышц ног человек может упасть, тем самым увеличивая величину шагового напряжения за счет своего роста и замыкания цепи тока на теле через жизненно важные органы. Поэтому выходить из зоны растекания тока необходимо короткими шагами. Напряжение шага считается допустимым, если оно не превышает 40 В. В случае падения провода на землю, не допускается приближение к нему в радиусе 6-8 м от места замыкания на землю.

10.5. Оказание первой доврачебной помощи при поражении электрическим током

Первую доврачебную помощь пораженному током человеку должен уметь оказать каждый работающий с электроустановками. Первая помощь в случае поражения человека электрическим током состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему доврачебной медицинской помощи.

Освобождение пострадавшего от действия тока. Необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от действия тока, так как от продолжительности этого действия зависит исход электротравмы.

Прикосновение к токоведущим частям вызывает в большинстве случаев непроизвольное судорожное сокращение мышц и общее возбуждение, которое может привести к нарушению и даже полному прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения. Если пострадавший удерживает провод руками, его пальцы так сильно сжимаются, что высвободить провод из его рук становится невозможным, поэтому первое оказывающее помощь должно состоять в немедленном отключении той части электроустановки, которой касается пострадавший. Отключение производится с помощью выключателей, рубильника или другого отключающего аппарата, а также путем удаления предохранителей (пробок), разъема штепсельного соединения.

Если пострадавший находится на высоте, то отключение установки и тем самым освобождение от тока может вызывать его падение. В этом случае необходимо принять меры, предупреждающие падение пострадавшего или обеспечивающие его безопасность.

При отключении электроустановки может одновременно погаснуть электрический свет. В связи с этим при отсутствии дневного освещения необходимо позаботиться об освещении от другого источника (включить аварийное освещение, аккумуляторные фонари и т.п.) с учетом взрывоопасности и пожароопасности.

сти помещения, не задерживая отключения электроустановки и оказания помощи пострадавшему.

Если отключить установку достаточно быстро нельзя, необходимо принять иные меры к освобождению пострадавшего от действия тока. Во всех случаях оказывающий помощь не должен прикасаться к пострадавшему без надлежащих мер предосторожности, так как это опасно для жизни. Он должен следить и за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью и под напряжением шага.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода напряжением до 1000 В следует воспользоваться канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно также оттянуть его за одежду (если она сухая и отстает от тела), например за полы пиджака или пальто, за воротник, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела пострадавшего, не прикрытым одеждой.

Оттаскивая пострадавшего за ноги, оказывающий помощь не должен касаться его обуви или одежды без хорошей изоляции своих рук, так как обувь и одежда могут быть сырыми и являться проводником электрического тока.

Для изоляции рук оказывающий помощь, особенно если ему необходимо коснуться тела пострадавшего, не прикрытого одеждой, должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать руку шарфом, надеть на нее суконную фуражку, натянуть на руку рукав пиджака или пальто, накинуть на пострадавшего резиновый Коврик, прорезиненную материю (плащ) или просто сухую материю. Можно также изолировать себя, встав на резиновый коврик, сухую доску или какую-либо не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т.п.

При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую в кармане или за спиной.

Если электрический ток проходит в землю через пострадавшего, и он судорожно сжимает в руке один токоведущий элемент (например, провод), проще прервать ток, отделив пострадавшего от земли (подсунуть под него сухую доску, либо оттянуть ноги от земли веревкой, либо оттащить за одежду), соблюдая при этом указанные выше меры предосторожности как по отношению к самому себе, так и по отношению к пострадавшему. Можно также перерубить провод топором с сухой деревянной рукояткой или перекусить его инструментом с изолированными рукоятками (кусачками, пассатижами и т.п.). Перерубать или перекусывать провода необходимо пофазно, т.е. каждый провод в отдельности, при этом рекомендуется, по возможности, стоять на сухих досках, деревянной лестнице и т.п. Можно воспользоваться и неизолированным инструментом, обернув его рукоятку сухой материей.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей, находящихся под напряжением выше 1000 В, следует надевать диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение. При этом надо помнить об опасности напряжения шага, если токоведущая часть (провод и т.п.) лежит на земле. На линиях электропередачи, когда нельзя быстро отключить их от пунктов питания, для освобождения пострада-

давшего, если он касается проводов, следует произвести замыкание проводов накоротко, набросив на них гибкий неизолированный провод. Провод должен иметь достаточное сечение, чтобы он не перегорел при прохождении через него тока короткого замыкания.

Перед тем как произвести наброс, один конец провода надо заземлить (присоединить его к телу металлической опоры, заземляющему спуску и др.). Для удобства наброса на свободный конец проводника желательно прикрепить груз. Набрасывать проводник надо так, чтобы он не коснулся людей, в том числе оказывающего помощь и пострадавшего. Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод.

Способы оказания первой помощи. После освобождения от действия тока пострадавшего необходимо вынести из опасной зоны и оценить его состояние. Признаки, по которым можно быстро определить состояние пострадавшего, следующие:

- сознание: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен), человек возбужден;
- цвет кожных покровов и видимых слизистых (губ, глаз): розовые, синюшные, бледные;
- дыхание: нормальное, отсутствует, нарушено (неправильное, поверхностное, хрипящее);
- пульс на сонных артериях: хорошо определяется (ритм правильный или неправильный), плохо определяется, отсутствует;
- зрачки: узкие, широкие.

При определенных навыках, владея собой, оказывающий помощь в течение минуты способен оценить состояние пострадавшего и решить, в каком объеме и порядке следует оказывать ему помощь.

Цвет кожных покровов и наличие дыхания (по подъему и опусканию грудной клетки) оценивают визуально. Нельзя тратить драгоценное время на прикладывание ко рту и носу зеркала, блестящих металлических предметов.

Об утрате сознания, как правило, судят визуально, и чтобы окончательно убедиться в его отсутствии, можно обратиться к пострадавшему, спросив о его самочувствии.

Пульс на сонной артерии прощупывают подушечками второго, третьего и четвертого пальцев руки, располагая их вдоль шеи между кадыком (адамово яблоко) и кивательной мышцей и слегка прижимая к позвоночнику. Приемы определения пульса на сонной артерии очень легко отработать на себе или своих близких.

Ширину зрачков при закрытых глазах определяют следующим образом: подушечки указательных пальцев кладут на верхние веки обоих глаз и, слегка придавливая их к глазному яблоку, поднимают вверх. При этом глазная щель открывается и на белом фоне видна округлая радужка, а в центре ее округлой формы - черные зрачки, состояние которых (узкие или широкие) оценивают по тому, какую площадь радужки они занимают.

Как правило, степень нарушения сознания, цвет кожных покровов и состояние дыхания можно оценивать одновременно с прощупыванием пульса, что занимает не более минуты. Осмотр зрачков удается провести за несколько секунд.

Если у пострадавшего отсутствуют сознание, дыхание, пульс, кожный покров синюшный, а зрачки широкие (0,5 см в диаметре), можно считать, что он находится в состоянии клинической смерти. В этом случае следует немедленно приступить к оживлению организма (реанимации) с помощью искусственного дыхания по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос» и наружного массажа сердца. Не следует раздевать пострадавшего, теряя драгоценные секунды. Приступив к оживлению, нужно позаботиться о вызове врача или скорой медицинской помощи. Это должен сделать не оказывающий помощь, а кто-то другой.

Искусственное дыхание также необходимо проводить, если пострадавший дышит очень редко и судорожно и у него прощупывается пульс. Не обязательно, чтобы при проведении искусственного дыхания пострадавший находился в горизонтальном положении.

Для проведения искусственного дыхания желательно пострадавшего уложить на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду. Необходимо обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положении на спине при бессознательном состоянии всегда закрыты запавшим языком. Кроме того, в полости рта может находиться инородное содержимое (рвотные массы, песок, ил, трава, если человек тонул, и т.п.), которые необходимо удалить пальцем, обернутым платком (тканью) или бинтом. После этого оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает под его шею, а ладонью другой руки надавливает на лоб пострадавшему, максимально запрокидывая голову. Корень языка пострадавшего поднимается и освобождает вход в гортань, а рот открывается. Оказывающий помощь наклоняется к лицу пострадавшего, делает глубокий вдох открытым ртом, полностью плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдувая воздух в его рот; одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки.

Необходимо обязательно наблюдать за грудной клеткой пострадавшего. Как только грудная клетка поднялась, нагнетание воздуха приостанавливают, оказывающий помощь поворачивает лицо в сторону, происходит пассивный выдох у пострадавшего. Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо только искусственное дыхание, то интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 с (12 дыхательных циклов в минуту). Кроме расширения грудной клетки хорошим показателем эффективности искусственного дыхания может служить порозовение кожных покровов и слизистых, а также выход больного из бессознательного состояния и появление у него самостоятельного дыхания.

Прекращают искусственное дыхание после восстановления у пострадавшего достаточно глубокого и ритмичного самостоятельного дыхания. При остановке сердца, не теряя ни секунды, пострадавшего необходимо уложить на ровное жесткое основание (скамью, пол, в крайнем случае подложить под спину доску).

Если помощь оказывает один человек, то он располагается сбоку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос», затем поднимается, оставаясь на этой же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки кладет на нижнюю половину грудины (отступив на два пальца от ее нижнего края), а пальцы приподнимает. Ладонь второй руки он кладет поверх первой поперек или вдоль и надавливает, помогая наклоном своего корпуса. Руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах. Надавливание следует производить быстрыми толчками, так, чтобы сместить грудину на 4-5 см, продолжительность надавливания должна быть не более 0,5 с, а интервал между отдельными надавливаниями - 0,5 с. В паузах руки с грудины не снимают, пальцы остаются прямыми, руки полностью выпрямлены в локтевых суставах. Если оживление проводит один человек, то на каждые два вдыхания он проводит 15 надавливаний на грудину.

При участии в реанимации двух человек соотношение «дыхание - массаж» составляет 1:5. Во время искусственного вдоха пострадавшего выполняющий массаж сердца надавливание не производит, так как усилия, развиваемые при надавливании, значительно больше, чем при вдувании воздуха. После того как восстановится сердечная деятельность, и будет хорошо определяться пульс, массаж сердца немедленно прекращают, продолжая искусственное дыхание при слабом дыхании пострадавшего и стараясь, чтобы естественный и искусственный вдохи совпали. При неэффективности реанимационных мероприятий (кожные покровы синюшно-фиолетовые, зрачки широкие, пульс на артериях во время массажа не определяется) оживление прекращают через 30 мин.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или находился в бессознательном состоянии с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует уложить на подстилку (например, из одежды); расстегнуть одежду, стесняющую дыхание; согреть тело, если холодно; обеспечить прохладу, если жарко; создать полный покой, непрерывно наблюдая за пульсом и дыханием; удалить лишних людей.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, необходимо наблюдать за его дыханием. В случае нарушения дыхания из-за западания языка, выдвинуть нижнюю челюсть вперед, взявшись пальцами за ее углы, и поддерживать ее в таком положении, пока не прекратится западание языка.

При возникновении у пострадавшего рвоты, необходимо повернуть его голову и плечи налево - для удаления рвотных масс.

Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсутствие видимых тяжелых повреждений от электрического тока или других причин (падения и т.п.) еще не исключает возможности последующего ухудшения его состояния. Только врач может решить вопрос о состоянии здоровья пострадавшего.

Переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему или лицу, оказывающему помощь, продолжает угрожать опасность или когда оказание помощи на месте невозможно (например, на опоре).

В случае невозможности вызова врача на место происшествия, необходимо обеспечить транспортировку пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Перевозить пострадавшего можно только при удовлетворительном дыхании и устойчивом пульсе. Если состояние пострадавшего не позволяет его транспортировать, необходимо продолжать оказывать помощь.

Первая помощь при ожогах. При тяжелых ожогах, вызванных вольтовой дугой, электрическим током, паром или горячей мастикой и др. надо осторожно снять с пострадавшего одежду и обувь (лучше разрезать их). Нельзя касаться руками обожженного участка кожи или смазывать его какими-либо мазями, маслами, вазелином или раствором, так как ожоговая рана при загрязнении может загноиться и долго не заживать. Обожженную поверхность следует перевязать без обработки, покрыть стерильным материалом, сверху положить слой ваты и закрепить бинтом. После этого пострадавшего направляют в лечебное учреждение.

Не следует вскрывать пузыри, удалять приставшие к обожженному месту обуглившиеся вещества, отдирать обгоревшие куски одежды, так как, удаляя их, вы можете повредить кожу и тем самым создать условия для нагноения.

При ожогах глаз следует сделать пострадавшему холодные примочки из раствора борной кислоты и немедленно отправить его к врачу.

При поражении молнией оказывается та же помощь, что и при поражении электрическим током.

В общем случае существует Универсальная схема действий, определяющая последовательность оказания помощи пострадавшему (рис.10.7). Выполнение этой схемы действий поможет сохранить жизнь пострадавшему до прибытия медицинского персонала.

10.6. Безопасность эксплуатации электроустановок

Эксплуатация электроустановок должна осуществляться в строгом соответствии с действующими ТНПА – ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», ПУЭ, Межотраслевыми правилами по охране труда при работе в электроустановках (МПОТЭ) и другими нормативными документами.

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Согласно ГОСТ 12.1.019 электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационным и техническими мероприятиями.

Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их эксплуатации, обеспечивать защиту персонала от опасных и вредных воздействий электрического тока и электромагнитных полей, соприкосновения с токоведущими и движущимися частями. Ограждение токоведущих частей является обязательной частью конструкции электрооборудования.

В соответствии с ГОСТ 12.2.007 конструкции электрооборудования по способу защиты человека от поражения током подразделяются на пять классов защиты: 0; 01; I; II и III:

Класс 0 - электрооборудование, которое имеет рабочую изоляцию, но не имеет элементов для заземления, если это оборудование не отнесено к классам II и III;

Класс 01 - электрооборудование, имеющее рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения этого оборудования к источнику питания;

Класс I - электрооборудование, которое в отличие от электрооборудования класса 01 в проводе для присоединения к источнику питания имеет заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом;

Класс II - электротехническое оборудование, имеющее двойную или усиленную изоляцию, но не имеющее элементов для заземления;

Класс III - электрооборудование, которое не имеет ни внешних, ни внутренних электрических цепей напряжением выше 42 В.

В соответствии с ГОСТ 14255 устанавливаются степени защиты персонала от прикосновения к токоведущим частям, попадания посторонних тел и проникновения воды (табл. 10.5).

Технические способы и средства защиты эксплуатации электрооборудования, устанавливаемые по ГОСТ 12.1.019, должны выбираться с учетом:

- номинального напряжения,
- рода и частоты тока;
- способа электроснабжения (стационарная сеть, автономный источник питания);
- режима нейтрали источника питания;
- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные); условий внешней среды (особо опасные помещения, помещения повышенной опасности, помещения без повышенной опасности, на открытом воздухе);
- возможности снятия напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых должна производиться работа;
- характера возможного прикосновения человека к элементам цепи тока (однофазное, двухфазное прикосновения, прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением); видов работ и т.д.

Таблица 10.5. Условные обозначения степеней защиты аппаратов

Степень защиты от прикосновения и попадания посторонних тел	Степень защиты от проникновения воды								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Условное обозначение степени защиты аппаратов								
0	IP00	-	-	-	-	-	-	-	-
1	IP10	IP11	IP12	-	-	-	-	-	-
2	IP20	IP21	IP22	IP23	-	-	-	-	-
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	-	-	-	-
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	-	-	-	-

5	IP50	IP51	-	-	IP54	IP55	IP56	-	-
6	IP60	-	-	-	-	IP65	IP66	IP67	IP68

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, используют следующие способы:

- защитное заземление;
- защитное зануление;
- защитное отключение;
- выравнивание потенциала;
- электрическое разделение сети;
- система защитных проводов;
- изоляция токоведущих частей;
- безопасные (малые) напряжения;
- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты и др.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям кроме того используют защитные оболочки, защитные ограждения (временные или стационарные), безопасное расположение токоведущих частей, изоляцию токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная), изоляцию рабочего места, предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Все вышеперечисленные способы и средства защиты могут использоваться как отдельно, так и в сочетании друг с другом.

Согласно ГОСТ 12.1.009 *защитное заземление* - это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (при пробое на корпус либо по другим причинам). Оно применяется в трехфазных трехпроводных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

Принцип действия защитного заземления основан на снижении до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием одной из фаз на корпус электрооборудования и соответственно проходящего через тело человека тока.

Согласно ПУЭ, для электроустановок напряжением до 1000 В при изолированной нейтрали трансформатора (генератора) сопротивление защитного заземления должно быть не более 4 Ом.

В случае пробоя одной из фаз электросети на корпус электродвигателя благодаря защитному заземлению напряжение прикосновения, под которое может попасть человек, прикоснувшись к корпусу, значительно снижается.

На корпусе электрического двигателя появляется напряжение, равное произведению тока замыкания на землю I_3 и сопротивления заземлителя R_3

$$U_k = I_3 R_3$$

Ток однофазного замыкания на землю в сети напряжением до 1000 В обычно не превышает 10 А. Следовательно, напряжение прикосновения на корпусе заземленного оборудования при замыкании составит

$$U_k = 10 \cdot 4 = 40 \text{ В}$$

Поэтому ток $I_{\text{ч}}$, проходящий через тело человека, тем меньше, чем меньше сопротивление заземлителя.

Защитное заземление выполняют путем преднамеренного соединения корпусов оборудования с землей. В качестве заземляющих проводников допускается использовать *естественные заземлители* - электропроводящие части коммуникаций и сооружений производственного или иного назначения (водопроводные трубы и любые другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих газов, жидкостей, а также трубопроводов, покрытых изоляцией, свинцовых оболочек кабелей) и т.п.

Принципиальная схема устройства защитного заземления показана на рис. 10.8.

К *искусственным заземлителям* относятся специальные электроды, закопанные в землю. Это могут быть стержни из угловой стали размером от 40x40 до 60x60 мм, стальные трубы диаметром 30-50 мм, полосовая сталь размером не менее 4x12 мм, стальные прутки диаметром 10-12 мм, забитые в землю вертикально и соединенные между собой под землей приваренной к ним стальной полосой.

Заземлитель каждого вида имеет свое сопротивление растеканию, которое определяется как суммарное сопротивление грунта от заземлителя до любой точки земли с нулевым потенциалом.

В качестве заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановок с заземлителем, применяют медные, алюминиевые проводники или полосовую сталь. Заземляющие проводники прокладывают открыто, с хорошим доступом для осмотра. Они должны иметь отличительную окраску - по зеленому фону желтые полосы шириной 15 мм на расстоянии одна от другой в 150 мм. При выполнении заземления не допускается последовательное присоединение оборудования к заземлителю.

По расположению относительно корпусов электрооборудования различают два вида заземления: выносное (сосредоточенное) и контурное (распределенное). При *выносном заземлении* заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой находится электрооборудование. Это дает возможность выбрать место с наименьшим сопротивлением грунта для размещения заземлителя. Недостатком такого заземления является то, что установка и человек находятся на земле с нулевым потенциалом, и в аварийных ситуациях человек может оказаться под напряжением прикосновения, равным напряжению заземлителя. Поэтому такой вид заземления используют только при небольшой силе тока замыкания на землю в электроустановках напряжением до 1000 В.

Более распространенным является *контурное заземление*, при котором одиночные заземлители размещены по контуру (периметру) производственной площадки. В аварийных ситуациях при таком виде заземления напряжения прикосновения и шага характеризуются небольшими значениями и, следовательно, дости-

гается максимальная безопасность. Согласно ГОСТ 12.1.030 сопротивление заземляющего устройства нормируется и не должно превышать в любое время года нижеприведенных значений:

- 10 Ом - в стационарных сетях пожароопасных помещений с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В;

- 4 Ом - в стационарных сетях взрывоопасных помещений, помещений с повышенной опасностью и особо опасных с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В;

- 0,5 Ом - в установках напряжением выше 1000 В при большой расчетной силе тока замыкания на землю ($I_3 > 500$ А);

- $250/I_3$, но не более 10 Ом - в установках напряжением выше 1000 В, если сила тока замыкания небольшая.

Защитное зануление представляет собой преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.009), а *нулевой защитный проводник* - это проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Этот метод защиты используют в четырехпроводных трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В, чаще в сетях 380 / 220 В и 220/127 В. Это связано с тем, что сила тока замыкания на землю в таких сетях велика и даже при нормативном значении сопротивления заземления при пробое фазы на корпус оборудования через тело человека может проходить ток значительной величины.

Принцип действия защитного зануления заключается в превращении случайного замыкания фазы на корпус в однофазное короткое замыкание (т.е. замыкание между фазным и нулевым проводом) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым отключить поврежденную электроустановку от источника питания.

Сила тока $I_{кз}$ в этом случае определяется фазным напряжением и полным сопротивлением цепи короткого замыкания

$$I_{кз} = U_{\phi} / (R_{\tau} + R_{\phi} + R_{н}),$$

где R_{τ} - внутреннее сопротивление трансформатора, Ом;

R_{ϕ} и $R_{н}$ - сопротивления фазного и нулевого проводников соответственно.

Если принять, что $R_{\phi} = R_{н} = 0,1$ Ом, так как в соответствии с ПУЭ проводимость нулевого провода должна быть не менее половины проводимости фазного провода (в реальных условиях эти величины значительно ниже), а значением R_{τ} пренебречь, поскольку эта величина составляет тысячные доли Ома, то для сети напряжением 380/220 В получим

$$I_{кз} = 220 / 0,2 = 1100 \text{ А}$$

Такая сила тока неизбежно вызовет срабатывание защиты, и установка автоматически отключится от сети. В качестве защитных средств можно использовать плавкие предохранители или автоматические выключатели (магнитные пус-

катели со встроенной тепловой защитой, контакторы в сочетании с тепловыми реле, другие автоматы, осуществляющие защиту одновременно от токов короткого замыкания и от перегрузки).

Защиту выбирают с таким расчетом, чтобы сила тока однофазного короткого замыкания превышала не менее чем в три раза номинальную силу тока срабатывания защитных устройств.

Для снижения опасности поражения людей электрическим током в случае обрыва нулевого провода и замыкания фазы на корпус за местом обрыва необходимо повторно заземлять нулевой провод, иначе присоединенные после места обрыва к нулевому проводу корпуса электроустановок окажутся под фазным напряжением.

Занулению подлежат те же металлические нетоковедущие части электрооборудования, что и заземлению (корпуса электроустановок, трансформаторов, аппаратов, приводы электрических машин, каркасы распределительных щитов, светильников, оболочки кабелей и т.п.). В сети с занулением корпус приемника нельзя заземлять, не присоединив его к нулевому защитному проводу.

Одновременное зануление и заземление одного и того же корпуса не только не опасно, а напротив, улучшает условия безопасности, так как создает дополнительное заземление нулевого защитного провода.

Зануление должно быть использовано в обязательном порядке в следующих случаях:

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

В настоящее время в соответствии с комплексом стандартов Р50571 «Электроустановки зданий», разработанным на основе стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК), используют следующие обозначения систем заземления: Т-NS, Т-NC и Т-N-C-S. В этой аббревиатуре Т обозначает режим нейтрали (глухозаземленная), N - защитное зануление, S - нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно на всем протяжении системы, C - эти проводники объединены на всем протяжении системы, C-S - они объединены на части системы.

Измерение сопротивления заземляющего устройства производят в соответствии с ПУЭ при сдаче-приемке, после монтажа и периодически во время эксплуатации. Для этой цели используют любые приборы, например, измерители сопротивления заземления РНИ-1.1, приборы М416, М417, М372, МС-07, МС-08 и др.

Однако зануление, как, впрочем, и заземление, не защищает человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к токоведущим частям.

Поэтому помимо зануления и других защитных мер возникает необходимость использования защитного отключения и выравнивания потенциала.

Защитное отключение представляет собой быстродействующую защиту, обеспечивающую автоматическое отключение электроустановки¹ при возникновении в ней опасности поражения током.

При применении этого вида защиты безопасность обеспечивается быстродействующим (0,1-0,2 с) отключением аварийного участка или всей сети при однофазном замыкании на землю или на элементы электрооборудования, нормально изолированные от земли, а также при прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением.

Принцип работы защитно-отключающего устройства состоит в том, что оно постоянно контролирует величину входного сигнала (напряжение корпуса относительно земли, силу тока замыкания на корпус, напряжение фаз относительно земли, напряжение нулевой последовательности и т.п.) и сравнивает его с установленным значением (уставкой). Если входной сигнал отличается от уставки в худшую сторону, то устройство срабатывает и отключает электроустановку от сети.

Защитно-отключающие устройства включают следующие элементы: датчик, представляющий собой чувствительный элемент и воспринимающий входной сигнал (иногда называется фильтром); автоматический выключатель - исполнительный орган, отключающий электроустановку или участок сети при поступлении аварийного сигнала.

На рис. 10.9 приведена наиболее простая схема защитного отключения, срабатывающего при появлении напряжения на корпусе электрооборудования относительно земли. В схемах этого типа датчиком служит реле напряжения R_3 , включенное между корпусом и вспомогательным заземлителем.

Защитное отключение может служить дополнением к системам защитных заземления и зануления, а также единственным и основным средством защиты.

Выравнивание потенциала - это метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек (ГОСТ 12.1.009).

Для выравнивания потенциала используют контурное заземление или укладывают стальные полосы в виде сетки по всей площадке, занятой оборудованием. Кроме того, для выравнивания потенциала во всех помещениях и наружных установках, где применяются защитные заземление и зануление, строительные металлические конструкции, трубопроводы всех назначений, корпуса технологического оборудования должны быть присоединены к сетям зануления или заземления. Выравнивание потенциала как самостоятельный метод защиты не используют.

Поскольку разветвленные электрические сети, широко используемые в производстве, характеризуются значительной емкостью и небольшим сопротивлением исправной изоляции проводов, то для повышения безопасности работы с ними производится так называемое защитное электрическое разделение сети.

Электрическое разделение сети - это разделение ее на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью разделяющего трансформатора. Такие трансформаторы с коэффициентом трансформации 1:1 применяются в установках напряжением до 1000 В и предназначены для отделения приемников от первичной электрической сети и сети заземления. Причем от разделяющего трансформатора может быть запитан только один приемник с защитной плавкой вставкой (сила тока вставки автомата на первичной стороне не должна превышать 25 А). Вторичное напряжение разделяющих трансформаторов должно быть не выше 380 В. Вторичная обмотка трансформатора и корпус электроприемника не должны иметь ни заземления, ни связи с сетью зануления. Тогда при прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением, или к корпусу с поврежденной изоляцией не создается опасность, поскольку вторичная цепь коротка и сила токов утечки в ней и емкостных токов ничтожно мала.

Разделение сетей обычно используют в электроустановках, эксплуатация которых связана с особой и повышенной опасностью.

Изоляция токоведущих частей с использованием диэлектрических материалов является основным методом защиты от поражения электрическим током и может быть рабочей, дополнительной, двойной и усиленной.

Рабочая изоляция - это электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током. Рабочей изоляцией являются эмаль и оплетка обмоточных проводов, пропиточные лаки, компаунды и т.д.

Дополнительная изоляция представляет собой электрическую изоляцию, предусмотренную дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения последней. Дополнительной изоляцией могут быть пластмассовый корпус машины, изолирующая втулка и т.п.

Двойная изоляция - это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Она считается вполне достаточной для обеспечения электробезопасности. Поэтому электроинструментом и другими устройствами с двойной изоляцией разрешается пользоваться без применения других защитных средств.

Усиленная изоляция - это улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Чаще всего в токоведущих проводах используют медные и алюминиевые жилы. Если в обозначении марки провода первая буква А, то провод имеет алюминиевую жилу. Медная жила не маркируется. Провода с резиновой изоляцией условно обозначаются буквой Р, стоящей, как правило, после буквы П; В - провод с полихлорвиниловой, а Н - с наиритовой изоляцией соответственно; Г - провод гибкий; Л - токопроводящая жила покрыта лаком; Ф - металлическая оболочка с фальцованным швом; Ш - шнуры. Бумажная изоляция буквенного индекса не имеет.

Провода и кабели должны иметь изоляцию, соответствующую напряжению сети, а защитные оболочки - условиям и способу прокладки. Соединения, ответв-

ления и оконцевания жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т.п.).

В пыльных помещениях не рекомендуется применять способы прокладки, при которых на элементах электропроводки может скапливаться пыль, а удаление ее будет затруднительным. В помещениях и наружных установках с химически активной средой все элементы электропроводки должны быть стойкими по отношению к среде либо защищены от ее воздействия.

В местах, где возможны механические повреждения электропроводки, ее защищают трубами, коробами или ограждают.

В местах пересечения проводов, если расстояние между ними менее 10 мм, должна быть наложена дополнительная изоляция. При пересечении проводов и кабелей с трубопроводами расстояние между ними в свету должно быть не менее 50 мм, а с трубопроводами, содержащими легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), горючие жидкости (ГЖ) и горючие газы (ГГ) - не менее 100 мм. При параллельной прокладке расстояние от проводов и кабелей до трубопровода должно быть не менее 100 мм, а до трубопроводов с ЛВЖ и ГГ - не менее 400 мм.

В условиях воздействия химически активной среды или других неблагоприятных факторов электроизоляционные свойства изоляции снижаются. С течением времени развиваются местные дефекты, сопротивление изоляции начинает резко уменьшаться, а ток утечки непропорционально расти. На месте дефектов возникают частичные разряды тока, что приводит к выгоранию изоляции. Происходит так называемый *пробой изоляции*, в результате чего возникает короткое замыкание, которое может привести к пожару или поражению людей электрическим током.

В связи с этим в соответствии с ПУЭ сопротивление изоляции необходимо контролировать. Согласно действующим Правилам, сопротивление изоляции между любым проводом и землей, а также между любыми проводами на участке, между двумя соседними предохранителями в распределительной сети напряжением до 1000 В должно составлять не менее 0,5 МОм. Его измеряют периодически в процессе эксплуатации (не реже одного раза в год - в помещениях с повышенной опасностью и не реже двух раз в год - в особо опасных помещениях), вне очереди - если обнаружены дефекты, после монтажа сети или ее ремонта.

Для измерения сопротивления изоляции проводов чаще всего используются мегомметры типа М1101М на напряжение 100-1000 В и МС-05, МС-06 - на напряжение 2500 В.

При работе в производственном помещении особенно тщательно следует проверять и контролировать пригодность выбранных проводов и способ их прокладки, контролировать техническое состояние осветительной арматуры, рубильников, электродвигателей и другого электрооборудования.

Для повышения безопасности и удобства работы в зависимости от функционального назначения проводников следует использовать следующие расцветки изоляции: черную - в силовых цепях; красную - в цепях управления, измерения и сигнализации переменного тока; синюю - в аналогичных цепях постоянного то-

ка; зелено-желтую - в цепях заземления; голубую - для проводников, соединенных с нулевым проводом и не предназначенных для заземления.

Применение *безопасных (малых) напряжений* позволяет резко снизить опасность поражения человека электрическим током особенно при проведении работ в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных помещениях и на наружных установках.

Безопасное напряжение - это номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током (ГОСТ 12.1.009). В соответствии с ГОСТ 12.2.007 безопасным является переменное напряжение ниже 42 В и постоянное - ниже 110 В.

Безопасные напряжения используют для питания электроинструмента, светильников стационарного освещения, переносных ламп, т.е. в тех случаях, когда возможен длительный контакт с корпусом электрооборудования в помещениях с повышенной опасностью или особо опасных, а также в других случаях.

В качестве источников питания безопасным напряжением могут использоваться специальные понижающие трансформаторы с вторичным напряжением 12-42 В, батареи гальванических элементов, аккумуляторы, выпрямительные установки. Применение автотрансформаторов для этих целей запрещено, поскольку первичная и вторичная обмотки автотрансформатора электрически связаны между собой.

Для предотвращения перехода высшего напряжения с первичной обмотки на вторичную и повышения безопасности работ с понижающим трансформатором необходимо заземлить или занулить корпус и вторичную обмотку. Между обмотками трансформатора должна быть двойная изоляция. Для повышения безопасности работ с малым напряжением конструкции вилок и штепсельных розеток должны отличаться от подобных для электроустановок, работающих при напряжениях выше 42 В.

Компенсация токов замыкания на землю заключается в установке между нейтралью и землей компенсационной катушки. Этот вид защиты используют одновременно с защитным заземлением или отключением.

Оградительные устройства применяют для того, чтобы исключить даже случайные прикосновения к токоведущим частям электроустановок. Ограждение токоведущих частей, как правило, должно предусматриваться конструкцией электрооборудования.

Оголенные провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты и т.п., имеющие незащищенные и доступные для прикосновения токоведущие части, помещают в специальные ящики, шкафы, камеры и другие устройства, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями. Особенно это важно для электроустановок напряжением выше 1000 В, так как в этом случае опасно даже приближение к токоведущим частям.

Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек (оболочки) применяют в электроустановках напряжением до 1000 В, расположенных в производственных неэлектротехнических помещениях. Сетчатые ограждения с размером ячеек 25x25 мм используют в электроустановках с напряжением выше 1000 В и доступных

лишь квалифицированному электротехническому персоналу. Сетчатые ограждения должны иметь двери, запираемые на замок и снабженные электрическими и механическими блокировками.

В тех случаях, когда изоляция и ограждение токоведущих частей оказываются невозможными или нецелесообразными (например, воздушные линии электропередачи высокого напряжения), их размещают на недоступной для прикосновения высоте.

Внутри производственных помещений неогражденные голые токоведущие части прокладывают на высоте не менее 3,5 м от пола.

В электроустановках широко используются блокировки, предупредительная сигнализация, знаки безопасности.

Блокировка электротехнического изделия по ГОСТ 18311 - часть электротехнического изделия, предназначенная для предотвращения или ограничения выполнения операций одними частями изделия при определенных состояниях или положениях других частей изделия в целях предупреждения возникновения в нем недопустимых состояний или исключения доступа к его частям, находящимся под напряжением. Иными словами, блокировки (блокировочные устройства) надежно исключают возможность случайного прикосновения к находящимся под напряжением частям, расположенным в специальных закрытых помещениях.

Блокировки (механические, электрические, электромагнитные и др.) обеспечивают снятие напряжения с токоведущих частей при попытке проникнуть к ним при открывании ограждения без снятия напряжения. Блокировка защищает от поражения электрическим током путем автоматического разрыва электрической цепи перед тем, как человек может оказаться под напряжением. Например, при снятии защитного ограждения или открывании дверок электроустановки, находящейся под напряжением, контакты разъединяются, отключая ее от источника питания. Как правило, блокировки используют в электрических аппаратах, при обслуживании которых должны соблюдаться повышенные меры безопасности, в электрооборудовании, расположенном в доступных для неэлектротехнического персонала помещениях.

Предупредительная сигнализация обычно используется в сочетании с другими мерами защиты. Сигнализация может быть световой и звуковой. Для световых сигналов применяют цвета в соответствии с ГОСТ 12.2.007:

- красный - для запрещающих и аварийных сигналов, а также для предупреждения о перегрузках, неправильных действиях, опасности и т.д.;

- желтый - для привлечения внимания (о достижении предельных значений, о переходе на автоматическую работу и т.п.);

- зеленый - для сигнализации безопасности (нормальный режим работы, разрешение на начало действия и т.п.);

- белый - для обозначения включенного состояния выключателя (когда нерационально применение красного, желтого и зеленого цветов);

- синий - в специальных случаях, когда не могут быть применены остальные цвета.

Сигнальные лампы и светосигнальные аппараты должны обеспечиваться знаками или надписями, указывающими значения сигналов (например, «Включено», «Отключено», «Нагрев» и т.п.).

Для исключения ошибочных соединений и лучшей ориентации в электрических цепях электроустановок провода, шины и кабели должны иметь маркировку в виде цифровых и буквенных обозначений и отличительную окраску.

Для профилактики электротравматизма используются знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026 и предупредительные плакаты, которые делятся на четыре группы: предупреждающие (предостерегающие) знаки и плакаты, а также запрещающие, предписывающие и указательные плакаты (рис. 10.10).

Основным назначением знаков и плакатов являются:

- предупреждение об опасности при приближении к частям, находящимся под напряжением;
- запрещение оперировать аппаратами, которые могут подать напряжение на место, отведенное для работы;
- указание места, подготовленного к работе;
- напоминание о принятых мерах безопасности.

Обеспечению электробезопасности человека способствует также окраска отдельных частей электроустановок в соответствии с ГОСТ 12.4.026. Так, внутренние поверхности дверок шкафов, ниш, пультов управления, в которых установлены электроустановки с напряжением выше 42 В, должны быть окрашены в красный цвет. Следует отметить, что окраска не является методом защиты, а только используется в дополнение к рассмотренным способам защиты.

Электрозащитные средства представляют собой переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля (ГОСТ 12.1.009).

По назначению электрозащитные средства условно делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие защитные средства служат для изоляции человека от токоведущих частей и от земли (рис. 10.11) и подразделяются, в свою очередь, на основные и дополнительные.

Основные средства способны надежно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и допускают касание токоведущих частей, находящихся под напряжением. В электроустановках напряжением до 1000 В к основным изолирующим защитным средствам относятся электроизолирующие штанги всех видов, электроизолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, электроизолирующие перчатки, ручной электроизолированный инструмент.

Дополнительные электрозащитные средства - это такие средства защиты, которые при данном напряжении не могут обеспечить защиту от поражения током, поэтому их применяют совместно с основными электрозащитными средствами.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: электроизолирующие галоши, ковры, подставки, колпаки и накладки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

Защитные средства следует подвергать эксплуатационным, периодическим и внеочередным (после ремонта) испытаниям. Результаты электрических и механических испытаний заносят в лабораторный журнал. Нормы и сроки электрических и механических испытаний установлены в зависимости от вида электрозащитного средства, рабочего напряжения и типа испытаний.

Перед каждым использованием защитного средства персонал обязан:

- проверить исправность и отсутствие внешних повреждений, очистить и обтереть от пыли; резиновые перчатки проверить на отсутствие проколов;
- проверить по штампу, на какое напряжение рассчитано данное средство и не истек ли срок его периодического испытания. Не допускается использование защитных средств с истекшим сроком испытания.

К *ограждающим защитным средствам* относятся различные переносные ограждения, предназначенные для временного ограждения токоведущих частей, и таким образом предотвращающие возможность прикосновения к ним.

Инструмент, приспособления и устройства, для защиты электротехнического персонала от падения с высоты (предохранительные пояса, страховочные канаты и др.), от световых, тепловых или химических воздействий (защитные очки, респираторы, противогазы, брезентовые рукавицы и др.); от шума (противошумные наушники, шлемы, вкладыши и др.), а также для безопасного подъема на опоры (монтерские когти, лазы для подъема на бетонные опоры и т. п.) и др. представляют группу *вспомогательных защитных средств*.

Все приборы, аппараты и приспособления, применяемые в качестве защитных средств, должны быть только заводского изготовления, выполнены и испытаны в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности включают:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;
- оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- осуществление допуска к проведению работ;
- организацию надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерывов в работе, переводов на другие рабочие места;
- установление рациональных режимов труда и отдыха.

Конкретные перечни работ, которые должны выполняться по наряду или распоряжению, устанавливаются в отраслевой нормативно-технической документации.

Для обеспечения безопасности работ в электроустановках следует выполнять:

- отключение установки (части установки) от источника питания;

- проверку отсутствия напряжения;
- механическое запираание приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;
- заземление отключенных токоведущих частей (наложение переносных заземлителей, включение заземляющих ножей);
- ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние.

При проведении работ со снятием напряжения в действующих электроустановках или вблизи них необходимо осуществить:

- отключение электроустановки (части установки) от источника питания электроэнергией;
- механическое запираание приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;
- установку знаков безопасности и ограждение остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние;
- наложение заземлений (включение заземляющих ножей или наложение переносных заземлений);
- ограждение рабочего места и установка предписывающих знаков безопасности.

При проведении работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением, работы должны выполняться по наряду не менее, чем двумя лицами, с применением электрозащитных средств, с обеспечением безопасного расположения работающих и используемых механизмов и приспособлений.

10.7. Требования к персоналу, обслуживающему электроустановки

Обслуживание действующих электроустановок должны осуществлять специально подготовленные работники, соответствующие требованиям действующих ТНПА. Для обеспечения электробезопасности персонал, обслуживающий электроустановки, делится на 5 групп. Электротехническому персоналу присваиваются группы II – V и он может непосредственно входить в состав энергослужбы или состоять в штате производственных подразделений предприятия. Группа I по электробезопасности присваивается неэлектротехническому персоналу.

Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок приказом работодателя назначается ответственный за электрохозяйство и его заместитель. Приказ издается после успешной проверки знаний ТНПА по электробезопасности и присвоения этим лицам IV группы по электробезопасности (при наличии электроустановок напряжением до 1000 В) и V группы (при наличии электроустановок напряжением выше 1000 В).

Руководитель организации и лицо, ответственное за электрохозяйство, как и работники, их замещающие, несут персональную ответственность за создание безопасных условий труда работникам электрохозяйства.

В организациях, где установленная мощность электроустановок не превышает 30 кВА, ответственный за электрохозяйство может не назначаться.

Лица, ответственные за электрохозяйство обязаны:

- организовать разработку и ведение необходимой документации по эксплуатации электроустановок;
- организовать обучение, инструктирование, проверку знаний и допуск к самостоятельной работе электротехнического персонала;
- организовать безопасное проведение всех видов работ в электроустановках;
- обеспечить своевременное и качественное выполнение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электроустановок;
- организовать проведение расчетов норм электропотребления и потребности предприятия в электроэнергии (мощности), а также осуществлять контроль за ее расходованием;
- участвовать в разработке и внедрении мероприятий по рациональному потреблению электроэнергии и т.д.

В соответствии с ТКП 181-2009 к I-ой группе по электробезопасности относится неэлектротехнический персонал, выполняющий работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током. Он должен иметь элементарные представления об опасности электрического тока и мерах безопасности при работе на обслуживаемом участке (электрооборудовании, установке). Лица с группой 1 должны быть знакомы с правилами оказания первой доврачебной помощи пострадавшим от электрического тока. Перечень должностей и профессий, требующих присвоения им группы I по электробезопасности, определяется работодателем.

Присвоение работающим группы I производится путем проверки знаний в форме устного опроса, а также приобретенных умений и навыков безопасных приемов работы и оказания помощи при поражении электротоком. Присвоение этой группы проводит работник из числа электротехнического персонала с группой по электробезопасности не ниже III по письменному указанию ответственного за электрохозяйство лица и оформляется в специальном журнале с подписью проверяемого и проверяющего. Ответственность за своевременную проверку знаний у персонала с группой I и выше несет руководство цехов, участков и других подразделений предприятия. Выдача удостоверений персоналу с группой I не требуется. В организациях без электротехнического персонала присвоение группы I по электробезопасности проводит представитель территориального органа госэнергонадзора. Проверка знаний неэлектротехнического персонала на группу I по электробезопасности проводится с периодичностью 1 раз в три года.

Для лиц с группой II обязательно элементарное техническое знакомство с электроустановками, отчетливое представление об опасности электрического тока и приближения к токоведущим частям, а также знание основных мер предос-

торожности при работах в электроустановках и практических навыков оказания первой помощи пострадавшим от действия электрического тока.

Лицом с группой V необходимо знать схемы и оборудование своего участка; ПУЭ, ясно представляя требования того или иного пункта этих Правил; уметь организовать безопасное производство работ и вести надзор за ними в электроустановках любого напряжения; знать правила оказания первой помощи и уметь практически оказывать эту помощь пострадавшим от электрического тока, а также уметь обучать персонал других групп правилам безопасности и оказанию первой помощи пострадавшим.

Электротехнический персонал предприятия подразделяется на административно-технический, оперативный, ремонтный и оперативно-ремонтный.

К электротехническому персоналу II-V групп по электробезопасности предъявляются следующие требования:

- лица, не достигшие 18-летнего возраста, не могут быть допущены к самостоятельным работам в электроустановках;
- они не должны иметь увечий и болезней (стойкой формы), мешающих производственной работе;
- обязаны после соответствующей теоретической и практической подготовки пройти проверку знаний и иметь удостоверение на допуск к работам в электроустановках.

Состояние здоровья электротехнического персонала, обслуживающего электроустановки, определяется медицинским освидетельствованием при приеме на работу, а также периодически в сроки, определенные действующими ТНПА.

До назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерывах в работе в качестве электротехнического персонала свыше одного года работники обязаны пройти стажировку (производственное обучение) на новом месте работы. Обучение должно производиться по утвержденной программе под руководством опытного работника из электротехнического персонала предприятия или вышестоящей организации. Продолжительность стажировки должна быть от 5 до 14 рабочих смен.

По окончании производственного обучения работник должен пройти в квалификационной комиссии проверку знаний и ему должна быть присвоена соответствующая (II –V) группа по электробезопасности.

Кроме того, периодическая проверка знаний персонала проводится в следующие сроки:

-1 раз в год - для электротехнического персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки или проводящего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, оформляющего распоряжения и организующего эти работы;

-1 раз в три года - для административно-технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также специалистов по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок и имеющих право их единоличного осмотра.

10.8. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон производственных помещений и наружных установок

Во взрыво- и пожароопасных производствах, особенно при работе со взрывоопасными газами, парами, пылями, например с ацетиленом, оксидом этилена, ацетоном, диэтиловым эфиром, электроустановки могут служить источниками воспламенения. Так, при неправильной эксплуатации или неисправности электрооборудования возможны его перегрев или появление искровых разрядов, которые могут вызвать пожар или взрыв горючей среды.

Электрическая искра является одним из наиболее мощных источников воспламенения. Большая температура (около 10 000 °С) в канале искрового разряда способствует протеканию интенсивных окислительно-восстановительных реакций. Возникновение электрических искр в производственных условиях возможно при замыкании и размыкании электрических цепей в выключателях, рубильниках, пусковой и другой аппаратуре, а также при коротком замыкании, плохих электрических контактах.

В связи с этим особые требования предъявляются к электрооборудованию, работающему во взрывоопасных средах. Это электрооборудование отличается от общепромышленного не только конструкцией, но и тем, что оно выполнено по специальным правилам и может эксплуатироваться во взрывоопасных средах без опасности их воспламенения.

Основными способами борьбы с воспламенением от электрооборудования являются правильный его выбор и надлежащая эксплуатация. В связи с этим все помещения и наружные установки согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) классифицируют на пожароопасные (П-I, П-II, П-IIa, П-III) и взрывоопасные (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa) зоны.

Пожароопасная зона - это открытое пространство, в котором могут находиться горючие вещества как при нормальном технологическом процессе, так и при возможных его нарушениях.

Класс П-I - зоны производственных помещений, в которых применяют или хранят жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

Класс П-II - зоны производственных помещений, в которых при проведении технологического процесса выделяются горючие пыль или частицы волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объему воздуха.

Класс П-IIa - зоны производственных и складских помещений, в которых обращаются горючие вещества.

Класс П-III - зоны, расположенные вне помещений, в которых используются горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С или твердые горючие вещества.

Если пожароопасные производственные установки размещены на открытой площадке, то пожароопасной зоной с признаками классов П-I, П-II, П-IIa считается зона на расстоянии 5 м по горизонтали от границ пожароопасной установки, а

по вертикали - до ближайшей ограждающей конструкции (перекрытия или покрытия).

Взрывоопасная зона - это пространство, где имеются или могут появиться взрывоопасные смеси, и в пределах которой на исполнение электрооборудования накладываются ограничения с целью уменьшения вероятности возникновения взрыва, вызванного электрооборудованием.

Класс В-I - зоны производственных помещений, в которых выделяются горючие газы (ГГ) и пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных недлительных режимах работы, например при загрузке и разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых сосудах, и т. д.

Класс В-Ia - зоны производственных помещений, в которых взрывоопасная концентрация газов и паров возможна только в результате аварии или неисправностей.

Класс В-Iб - те же зоны, что и относящиеся к классу В-Ia, в которых взрывоопасные смеси возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

- ГГ в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при ПДК;

- помещения производств, связанных с обращением водорода, в которых исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения;

- зоны помещений, в которых ГГ и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасных смесей в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, в которых работа производится без применения открытого пламени.

Зоны не относятся к взрывоопасным, если работы с ГГ и ЛВЖ производятся в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

Класс В-Iг - пространства у наружных установок, надземных и подземных резервуаров, содержащих ГГ или ЛВЖ, эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов.

Класс В-II - зоны производственных помещений, в которых возможно образование взрывоопасных концентраций пылей или волокон с воздухом при нормальных режимах работы.

Класс В-IIa - зоны, аналогичные зонам класса В-II, в которых взрывоопасные концентрации пылей и волокон могут образовываться только в результате аварий или неисправностей.

Класс пожаро- и взрывоопасности зон производственных помещений и наружных установок устанавливается на стадии проектирования.

Применяемые в этих помещениях электроустановки должны обеспечивать как необходимую степень защиты их обмоток от воздействия окружающей среды,

так и необходимую безопасность в отношении пожара или взрыва по причине их неисправности.

10.9. Взрывозащищенное электрооборудование и принцип его подбора

В соответствии с ПУЭ в пожароопасных зонах, как правило, используется электрооборудование закрытого типа, внутренняя полость которого отделена от внешней среды оболочкой. Аппаратура управления и защиты, светильники применяются в пыленепроницаемом исполнении. Вся электропроводка обеспечивается надежной изоляцией.

Во взрывоопасных зонах и наружных установках необходимо использовать *взрывозащищенное электрооборудование*, изготовленное в соответствии с ГОСТ 30852.0-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования. Электрооборудование по степени его надежности при установленных нормативными документами условиях подразделяется на три *уровня взрывозащиты*:

2-й уровень - повышенной надежности против взрыва, в котором взрывозащита обеспечена только при нормальном режиме работы;

1-й уровень - взрывобезопасное, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, кроме повреждений средств взрывозащиты;

0-й уровень - особовзрывобезопасное, в котором по отношению к взрывобезопасному приняты дополнительные средства взрывозащиты.

Для обеспечения необходимого уровня взрывозащиты в оборудовании используют специальные *виды взрывозащиты*, под которыми понимают конструктивные средства и меры, обеспечивающие невозгорание окружающей взрывоопасной среды от электрических искр, дуг, пламени, нагретых частей.

Виды взрывозащиты обозначаются латинскими буквами и означают следующее:

d - взрывонепроницаемая оболочка, т. е. такая оболочка, которая выдерживает давление взрыва внутри нее и предотвращает без ее повреждения распространение взрыва в окружающую взрывоопасную среду через зазоры или отверстия («щелевая защита»);

i - искробезопасная электрическая цепь, которая выполнена так, что электрический разряд или нагрев цепи не могут воспламенить окружающую среду при предписанных условиях испытания;

ia – опасная ситуация не может возникнуть при нормальной эксплуатации при помехах на линии и при любых комбинациях двух возможных неисправностей;

ib - опасная ситуация не может возникнуть при нормальной эксплуатации при помехах на линии и одной неисправности. После главного вида защиты может указываться дополнительной;

ic - искробезопасные цепи этого уровня не должны вызывать воспламенение взрывоопасной смеси в стандартных условиях испытаний от теплового воздействия и от искрений - с вероятностью большей 10^{-3} при нормальной работе и

введении всех неучитываемых повреждений, создающих наиболее опасные условия.

e - защита заключается в том, что в электрооборудовании (или его части), не имеющем нормально искрящих частей, принят ряд мер, дополнительно используемых в электрооборудовании общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, искр, дуг;

p - заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом;

o - масляное заполнение оболочки; все нормально искрящие части погружены в минеральное масло или любой жидкий негорючий диэлектрик, что исключает возможность соприкосновения между ними и взрывоопасными смесями газов, паров, пыли;

n – защита вида «n». Она включает различные виды взрывозащиты;

m – заполнение компаундом;

q - кварцевое заполнение оболочки;

s - специальный вид взрывозащиты, основанный на принципах, отличных от приведенных выше, но достаточный для обеспечения взрывозащиты; например, токоведущие части электрооборудования залиты эпоксидными смолами заключены в оболочку, находящуюся под постоянным избыточным давлением воздуха или инертного газа (без продувки).

В зависимости от области применения взрывозащищенное электрооборудование подразделяется на две группы:

- рудничное (цифра I), предназначенное для шахт и подземных выработок (в химической промышленности не применяется);

- для производственных помещений и наружных установок (цифра II).

В зависимости от величины щелевого (фланцевого) зазора (БЭМЗ) электрооборудование типов *d* и *i* подразделяется на подгруппы ПА, ПВ, ПС

Для ограничения нагрева внутренних и наружных частей взрывозащищенного электрооборудования установлены его температурные классы, равные нижней температуре самовоспламенения соответствующей группы смесей (табл. 10.6).

Таблица 10.6 . Температурные классы взрывозащищенного оборудования

Температурный класс	°С	Температурный класс	°С
T1	до 450	T4	135
T2	300	T5	100
T3	200	T6	80

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования выполняется в прямоугольнике в виде цельного, не разделенного на части знака.

Например, 2ExdPATЗ, где 2 означает уровень взрывозащиты, Ex, указывает, что электрооборудование соответствует ГОСТ, *d* - вид взрывозащиты, ПА - категория взрывоопасной смеси и ТЗ - температурный класс оборудования.

Оборудование сохраняет взрывозащиту, если находится в среде со взрывоопасной смесью тех категорий и групп, для которых выполнена его взрывозащита, или в среде со взрывоопасной смесью менее опасной категории и группы. Если во взрывоопасной зоне присутствует несколько веществ, то выбор электрооборудования производится по наиболее опасному веществу.

Согласно требований ГОСТ 30852.0-2002 соответствующие уровни взрывозащиты могут обеспечиваться для электрооборудования:

◆ **2 - повышенной надежности против взрыва**

- взрывозащитой вида «i» с уровнем искробезопасной электрической цепи «ic» и выше;
- взрывозащитой вида «р», имеющей устройство сигнализации о недопустимом снижении давления;
- взрывозащитой вида «q»;
- защитой вида «е»;
- взрывозащитой вида «d»;
- масляным заполнением для электрооборудования группы II и заполнением негорючей жидкостью для электрооборудования группы I оболочек, удовлетворяющих требованиям взрывозащиты вида «о»;
- взрывозащитой вида «s».

◆ **1 - взрывобезопасного**

- взрывозащитой вида «i»;
- взрывозащитой вида «р» с устройством сигнализации и автоматического отключения напряжения питания;
- взрывозащитой вида «d» для взрывобезопасного электрооборудования;
- специальным видом взрывозащиты «s»;
- защитой вида «е», заключенной во взрывонепроницаемую оболочку;
- заключением в оболочку, предусмотренную для защиты «р» с устройством сигнализации о снижении давления ниже допустимого значения электрооборудования группы II с защитой вида «е»;

◆ **0 - особовзрывобезопасного**

- взрывозащитой вида «i»;
- специальным видом взрывозащиты «s»;
- взрывобезопасным электрооборудованием с дополнительными средствами взрывозащиты (например, заключением искроопасных частей, залитых компаундом или погруженных в жидкий или сыпучий диэлектрик, во взрывонепроницаемую оболочку, или продуванием взрывонепроницаемой оболочки чистым воздухом под избыточным давлением при наличии устройств контроля давления, сигнализации и автоматического отключения напряжения при недопустимом снижении давления или при повреждении взрывонепроницаемой оболочки).

В соответствии с ГОСТ 30852.13-2002 при выборе электрооборудования для взрывоопасных зон необходимо:

- установить класс взрывоопасной зоны на основе анализа веществ и материалов, свойств окружающей среды;
- определить категорию и группу взрывоопасной смеси;

- согласно ПУЭ выбрать требуемое исполнение электрооборудования;
- по справочнику найти конкретный тип (марку) электрооборудования.

Во взрывоопасных помещениях рекомендуется принимать следующие уровни и степени защиты электрооборудования (табл. 10.7).

Во взрывоопасных зонах электрическое оборудование и приборы могут использоваться лишь при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки соответствуют той же степени защиты, что и для электрических машин.

Таблица 10.7. Требования к электрическим машинам, аппаратам и приборам взрывоопасных зон

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
В-I	Взрывобезопасный с учетом категорий и группы взрывоопасной смеси
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Степень защиты - IP44
В-II	Взрывобезопасный
В-IIa	Без средств взрывозащиты. Степень защиты - IP54

Пусковую аппаратуру (выключатели, магнитные пускатели) в классах зон В-I и В-II необходимо выносить за пределы взрывоопасных помещений и снабжать устройством дистанционного управления. Провода внутри взрывоопасных помещений следует прокладывать в стальных трубах или использовать для этих целей бронированный кабель.

Во взрывоопасных зонах светильники могут применяться в том случае, если уровень их взрывозащиты соответствует следующим условиям (табл. 10.8).

Допускается освещать светильниками общего назначения помещения со взрывоопасными зонами любого класса одним из следующих способов:

- через неоткрывающиеся окна без фрамуг и форточек, снаружи здания, причем при одинарном остеклении окон светильники должны иметь защитные стекла или стеклянные кожухи;
- через специально устроенные в стене ниши с двойным остеклением и естественной их вентиляцией;
- через фонари специального типа со светильниками, установленными в потолке с двойным остеклением и естественной их вентиляцией;
- с помощью щелевых световодов.

Таблица 10.8. Требования к электрическим светильникам взрывоопасных зон

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты светильника
В-I	Взрывобезопасный с учетом категорий и группы взрывоопасной смеси
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Степень защиты - IP53

В-II	Повышенной надежности против взрыва. Любой взрывозащищенный
В-IIa	Стационарный - степень защиты оболочки IP53; переносной - повышенной надежности против взрыва

В пожароопасных зонах должны использоваться светильники со следующими степенями защиты:

- в зонах классов П-1 и П-II - закрытые, с любыми источниками света, степень защиты IP 53, а в зоне класса П-II при наличии местных отсосов и общеобменной вентиляции - IP 23;

- в зонах классов П-IIa и П-III степень защиты светильников с любым источником света должна быть не ниже IP 23.

Электропроводку внутри светильников с лампами накаливания и ДРЛ до места присоединения внешних проводников выполняют термостойкими проводниками.

Переносные светильники в пожароопасных зонах любого класса должны иметь степень защиты не менее IP 54, а стеклянный колпак должен быть защищен металлической сеткой. Расстояние от светильников до горючих материалов - не менее 0,5 м.

Во взрывоопасных зонах вентиляционное оборудование должно соответствовать требованиям Правил монтажа и безопасной эксплуатации взрывозащищенных вентиляторов, применяемых на химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах, утвержденных постановлением МЧС РФ 07.07.2005 г. №39.

Эксплуатация взрывозащищенного электрооборудования запрещается в следующих случаях: при неисправных средствах взрывозащиты, блокировки, заземления, аппаратов защиты, нарушении схем управления защитой и поврежденных кабелей; с открытыми крышками оболочек, наличием на взрывозащищенных поверхностях вмятин, царапин, сколов; при изменении заводской конструкции защиты; при отсутствии знаков и надписей взрывозащиты, снятия пломбы лицами, не имеющими на это разрешения.

Контрольные вопросы

1. Какие могут быть повреждения здоровья при воздействии электрического тока на человека?
2. Какие факторы определяют опасность поражения электрическим током?
3. Как зависит степень поражения человека электротоком от режима нейтрали?
4. Какие вы знаете методы обеспечения электробезопасности?
5. В чем заключается устройство и принцип действия защитных заземления и зануления?
6. Какие средства коллективной и индивидуальной защиты обеспечивают электробезопасность?
7. Что представляют собой меры первой доврачебной помощи при поражении электрическим током?
8. Как классифицируются взрывоопасные и пожароопасные зоны помещений и наружных установок?

9. Как классифицируются электрозщитные средства?
10. Что такое организационные и технические мероприятия обеспечения электробезопасности?
11. В чем заключаются требования к персоналу, обслуживающему электроустановки?

Глава 11. Безопасность эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под давлением

11.1. Общие положения

Сосуд — это герметически закрытая емкость, предназначенная для проведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также хранения и транспортировки газообразных и жидких веществ. Сосуд ограничен входными и выходными штуцерами.

Основная опасность сосудов работающих под давлением заключается в возможном внезапном разрушении, что сопровождается взрывом, при котором потенциальная энергия сжатой среды в короткий промежуток времени за счет ее адиабатического расширения переходит в кинетическую энергию разлетающихся осколков разрушенного оборудования. Производимая при адиабатическом расширении сжатой среды работа (в Дж) может быть определена по формуле

$$A = \frac{p_1 \cdot V}{k-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right],$$

где p_1, p_2 - абсолютное давление соответственно в сосуде и в окружающей среде, МПа; V - начальный объем газа, м³; $k=c_p/c_v$ - показатель адиабаты, для воздуха $k=1.41$ (здесь c_p - удельная теплоемкость газа при постоянном давлении, Дж/(кг·К); c_v - то же, при постоянном объеме, Дж/(кг·К)).

Мощность взрыва в МВт

$$N = \frac{A}{\tau}$$

где τ - время действия взрыва, с.

Например, при вместимости сосуда 1 м³, находящегося под давлением газа 1 МПа, мощность взрыва составляет более 13 МВт, а водяного пара - около 200 МВт. Взрыв такой мощности сопровождается не только разрушением зданий, но и травматизмом с тяжелым и смертельным исходом.

Основными причинами возникновения аварий и взрывов сосудов, работающих под давлением являются:

- несоответствие конструкции сосуда максимально допустимому давлению и температуре;
- превышение давления сверх предельного;
- потеря механической прочности (при наличии внутренних дефектов металла, коррозии);
- несоблюдение установленного режима работы, недостаточная квалификация обслуживающего персонала и отсутствие технического надзора.

Требования для безопасной эксплуатации таких аппаратов и сосудов изложены в Правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденных постановлением МЧС Республики Беларусь

27.12.2005 № 56 (далее - Правила по сосудам).

В Правилах по сосудам установлены требования к их проектированию, устройству, изготовлению, реконструкции, наладке, монтажу, ремонту, техническому диагностированию и эксплуатации, которые распространяются:

- на сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115⁰С или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа, без учета гидростатического давления;
- сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа;
- баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа;
- сосуды для транспортировки и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50⁰С превышает 0,07 МПа;
- цистерны и сосуды для транспортировки или хранения сжатых и сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление свыше 0,07 МПа создается для их опорожнения;
- барокамеры.

В соответствии с требованиями Правил по сосудам владелец обязан обеспечить содержание сосудов в исправном состоянии и безопасные условия их работы.

В этих целях необходимо:

- назначить приказом из числа специалистов, имеющих высшее или среднее техническое образование, прошедших проверку знаний Правил по сосудам, ответственных по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов и ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов. Повторную проверку знаний указанные специалисты должны проходить один раз в 3 года и не реже одного раза в 5 лет — повышать свою квалификацию;
- назначить необходимое количество лиц обслуживающего персонала, обученного и имеющего удостоверения на право обслуживания сосудов, а также установить такой порядок, чтобы персонал, на который возложены обязанности по обслуживанию сосудов, вел тщательное наблюдение за порученным ему оборудованием путем его осмотра, проверки действия арматуры, контрольно-измерительных приборов, предохранительных и блокировочных устройств и поддержания сосудов в исправном состоянии. Результаты осмотра и проверки должны записываться в сменный журнал;
- обеспечить проведение технических освидетельствований и диагностирования сосудов в установленные сроки;
- обеспечить порядок и периодичность проверки знаний руководителями и специалистами Правил по сосудам;
- организовать периодическую проверку знаний персоналом инструкций по режиму работы, безопасному обслуживанию сосудов, а также вопросам охраны труда;
- обеспечить специалистов Правилами по сосудам и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации сосудов, а персонал — инструкциями.

Ответственный по надзору за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией сосудов должен осуществлять свою работу по плану, утвержденному руководителем организации. При выявлении неисправностей, а также нарушений Правил по сосудам и инструкций в процессе эксплуатации сосудов, ответственный по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов должен принять меры по устранению этих неисправностей или нарушений, а в случае необходимости принять меры по выводу сосуда из работы. Ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов в организации (цеха, участка) возлагается приказом на работника, которому подчинен персонал, обслуживающий сосуды. Номер и дата приказа о назначении ответственного лица должны быть записаны в паспорте сосуда.

Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуды в зависимости от назначения должны быть оснащены:

- запорной или запорно-регулирующей арматурой;
- приборами для измерения давления;
- приборами для измерения температуры;
- предохранительными устройствами;
- указателями уровня жидкости.

Арматура должна иметь следующую маркировку:

- наименование или товарный знак изготовителя;
- условный проход;
- условное давление, МПа (допускается указывать рабочее давление и допустимую температуру);
- направление потока среды;
- марку материала корпуса.

На маховике запорной арматуры должно быть указано направление его вращения при открывании или закрывании арматуры. Арматура с условным проходом более 20 мм, изготовленная из легированной стали или цветных металлов, должна иметь паспорт установленной формы, в котором должны быть указаны данные по химсоставу, механическим свойствам, режимам термообработки и результатам контроля качества изготовления неразрушающими методами.

Каждый сосуд и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами прямого действия. Манометр устанавливается на штуцере сосуда или трубопроводе между сосудом и запорной арматурой. Манометры должны иметь класс точности не ниже 2,5— при рабочем давлении сосуда до 2,5 МПа, 1,5— при рабочем давлении сосуда свыше 2,5 МПа. Манометр должен выбираться с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы. На шкале манометра владельцем сосуда должна быть нанесена красная черта, указывающая рабочее давление в сосуде. Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу. Номинальный диаметр корпуса манометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения за ним, должен быть не менее 100 мм, на высоте от 2 до 3 — не менее 160 мм. Установка манометров на высоте более 3 м от уровня площадки не разрешается.

Между манометром и сосудом должен быть установлен трехходовый кран или заменяющее устройство, позволяющее проводить периодическую проверку манометра с помощью контрольного.

Проверка манометров с их опломбированием и клеймением должна производиться не реже одного раза в 12 месяцев. Кроме того, не реже одного раза в 6 месяцев владельцем сосуда должна производиться дополнительная проверка рабочих манометров контрольными.

Каждый сосуд должен быть снабжен предохранительными устройствами от повышения давления выше допустимого значения.

В качестве предохранительных устройств применяются:

- пружинные предохранительные клапаны;
- рычажно-грузовые предохранительные клапаны;
- импульсные предохранительные устройства, состоящие из главного предохранительного клапана и управляющего импульсного клапана прямого действия;
- предохранительные устройства с разрушающимися мембранами (предохранительные мембраны);
- другие устройства, применение которых согласовано с Госпромнадзором РБ.

Основной характеристикой предохранительных клапанов является их *пропускная способность* – количество рабочей среды в массовых G , кг/ч, или объемных Q , м³/ч, единицах, сбрасываемое через клапан при установленных значениях давления на входе и выходе (противодавление), конкретных значениях температуры рабочей среды на входе в клапан и определенном ходе золотника.

Пропускную способность предохранительных клапанов и их количество следует выбирать так, чтобы в защищаемой системе не создавалось давление, превышающее избыточное рабочее давление более чем на 0,05 МПа при избыточном рабочем давлении в системе до 0,3 МПа включительно; на 15% - при избыточном рабочем давлении до 6 МПа включительно и на 10% - при избыточном рабочем давлении свыше 10 МПа. Для газов и паров она рассчитывается по формуле

$$G = 216 Pa \sqrt{M/T},$$

где P – давление под клапаном, Па (максимальное давление под клапаном должно быть не более 1,1 расчетного); a – площадь сечения клапана, см²; M – молекулярная масса газов или паров (для воздуха $M = 29$ кг/кмоль, для водяного пара – 18 кг/кмоль); T – абсолютное значение температуры пара или воды в котле, К.

Количество предохранительных клапанов рассчитывают по формуле

$$n = kG_k / pdh,$$

где k – коэффициент, для малоподъемных клапанов равный 0,0075, для полноподъемных – 0,015; G_k - производительность котла по пару при максимальной нагрузке, кг/ч; p – абсолютное давление пара в котле, Па; d – внутренний диаметр тарелки клапана, см; h – высота подъема клапана, см.

Значение отношения высоты подъема клапана к внутреннему диаметру тарелки определяет его тип:

$$H = h/d$$

При $H \leq 0,05$ клапан считают малоподъемным, при $0,05 \leq H \leq 0,25$ - полноподъемным.

Распространенным средством защиты технологического оборудования от разрушения при взрывах являются предохранительные мембраны (разрывные, ломающиеся, срезные, хлопающие, специальные) и взрывные клапаны (рис. 11.1, 11.2).

Достоинством *предохранительных мембран* является предельная простота их конструкции, что характеризует их как самые надежные из всех существующих средств взрывозащиты. Кроме того, мембраны практически не имеют ограничений по пропускной способности. Существенным недостатком предохранительных мембран является то, что после срабатывания защищаемое оборудование остается открытым, это, как правило, приводит к остановке технологического процесса и к выбросу в атмосферу всего содержимого аппарата. При разгерметизации технологического оборудования нельзя исключить возможность вторичных взрывов, которые обусловлены подсосом атмосферного воздуха внутрь аппарата через открытое отверстие мембраны.

Разрывные мембраны изготавливают из тонколистовых материалов с учетом свойств и температуры рабочих сред (алюминий, медь, никель, титан и его сплавы, свинец, различная сталь).

Толщину мембраны S ориентировочно можно определить по формуле

$$S = P_{\text{разр}} \times D_y / (K_p \times \sigma_{\text{пч}}),$$

где $P_{\text{разр}}$ - разрушающее давление, Па; D_y – условный проход мембраны, мм; K_p – коэффициент, принимаемый в пределах от 3,3 до 4,2; $\sigma_{\text{пч}}$ – предел прочности тонколистового материала МПа. $P_{\text{разр}}$ можно определить из выражения

$$K = P_{\text{разр}} / P_{\text{раб}},$$

где K принимается в пределах от 1,2 до 1,3; $P_{\text{раб}}$ – рабочее давление в аппарате.

Предохранительные мембраны должны быть маркированы, где указывается наименование или товарный знак изготовителя, номер партии мембран, тип, условный и рабочий диаметры, материал, минимальное и максимальное давление срабатывания при заданной температуре и при 20°C.

Использование на технологическом оборудовании *взрывных клапанов* дает возможность устранить эти негативные последствия, так как после срабатывания и сброса отверстие вновь закрывается и таким образом не вызывает необходимости немедленной остановки оборудования и проведения восстановительных работ. К недостаткам взрывных клапанов следует отнести их большую инерционность по сравнению с мембранами, сложность конструкции, а также недостаточную герметичность, ограничивающую область их применения (они могут использоваться для взрывозащиты оборудования, работающего при нормальном давлении).

Наиболее распространенным средством защиты технологического оборудования от взрыва являются *предохранительные клапаны*. Однако и они имеют ряд существенных недостатков, в основном определяющихся большой инерционностью подвижных деталей клапанов.

Порядок и сроки проверки исправности действия предохранительных устройств в зависимости от условий технологического процесса должны быть указаны в инструкции по эксплуатации предохранительных устройств.

11.2. Требования безопасности при проектировании, эксплуатации и установке стационарных сосудов, работающих под давлением

Проектирование сосудов и их элементов, а также выполнение проекта их монтажа или реконструкции осуществляются специализированными организациями. Проекты, технические условия и возможные изменения в проекте и нормативных документах на изготовление сосудов согласуются и утверждаются в установленном Госпромнадзором порядке.

Конструкция сосудов должна обеспечивать надежность и безопасность их эксплуатации в течение расчетного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки, ремонта и эксплуатационного контроля металла и соединений.

Устройства, препятствующие наружному и внутреннему осмотру сосудов (мешалки, змеевики, рубашки, тарелки, перегородки и другие приспособления), должны быть съемными. Сосуды должны иметь штуцеры для наполнения и слива воды, а также удаления воздуха при гидравлическом испытании. На каждом сосуде предусматривается установка вентиля, крана или другого устройства, позволяющего осуществлять контроль за отсутствием давления в сосуде перед его открыванием; при этом отвод среды должен быть направлен в безопасное место.

В конструкции сосудов, обогреваемых горячими газами, должно быть предусмотрено надежное охлаждение стенок до расчетной температуры.

Сосуды снабжаются необходимым количеством люков и смотровых лючков, позволяющих производить их осмотр, очистку и ремонт, а также монтаж и демонтаж разборных внутренних устройств.

Сосуды с внутренним диаметром более 800 мм имеют люки, а с внутренним диаметром 800 мм и менее - лючки. Люки и лючки располагают в местах, доступных для обслуживания. Крышки люков должны быть съемными.

Сосуды могут иметь следующие днища: эллиптические, полусферические, торосферические, конические, плоские и др.

Сварные швы в сосудах выполняют в стык. Они должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации сосудов. Отверстия для люков, лючков и штуцеров располагают вне сварных швов.

Материалы, применяемые для изготовления сосудов, должны обеспечивать их надежную работу в течение расчетного срока службы с учетом заданных условий эксплуатации (расчетное давление, минимальная отрицательная и максимальная расчетная температура), состава и характера среды (коррозионная активность, взрывоопасность, токсичность и др.) и влияния температуры окружающего воздуха. Для изготовления, монтажа и ремонта сосудов и их элементов применя-

ют основные материалы, качество и свойства которых соответствуют установленным стандартам и техническим условиям.

Изготовление, реконструкцию, монтаж, наладку и ремонт сосудов и их элементов выполняют специализированные организации, располагающие техническими средствами, необходимыми для качественного выполнения работ в соответствии с технологией, разработанной до начала работ организацией, их осуществляющей.

Сварные соединения подвергают контролю различными способами, которые гарантируют их высокое качество и надежность эксплуатации, а также позволяют выявлять дефекты.

Приемочный контроль изделия, сборочных единиц и сварных соединений производят после окончания всех технологических операций, связанных с термической обработкой, деформированием и наклепом металла. Результаты по каждому виду контроля фиксируются в отчетной документации (журналах, формулярах, протоколах, маршрутных паспортах и т.д.).

Гидравлическому (пневматическому) испытанию сосудов подлежат все сосуды, готовые к эксплуатации. Сосуды, изготовление которых заканчивается на месте установки и транспортируемые для монтажа частями, подвергаются гидравлическому испытанию прямо на месте монтажа. Сосуды, имеющие защитное покрытие (изоляцию) или наружный кожух, подвергаются гидравлическому испытанию до наложения покрытия (изоляции) или до установки кожуха.

Сосуды устанавливаются на открытых площадках в местах, исключающих скопление людей, или в отдельно стоящих зданиях.

Допускается установка сосудов в помещениях, примыкающих к производственным зданиям, при условии отделения их от здания капитальной стеной, в производственных помещениях, с заглублением в грунт при условии обеспечения доступа обслуживающего персонала к арматуре и защиты стенок сосуда от коррозии. Не разрешается установка сосудов в жилых, общественных и бытовых зданиях, а также в примыкающих к ним помещениях.

Сосуды следует размещать с учетом обеспечения возможности их осмотра, ремонта и очистки с внутренней и наружной стороны и исключения их опрокидывания. Для удобства обслуживания сосудов их оборудуют площадками и лестницами.

Техническое освидетельствование сосудов. После монтажа до пуска в работу сосуды подвергают техническому освидетельствованию. Периодически в процессе эксплуатации проводят и внеочередное освидетельствование, которое осуществляют специалисты организации, имеющей лицензию на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств (сосудов).

Сосуды, предназначенные для работы со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (например, коррозию), подвергают наружному и внутреннему осмотру один раз в 4 года, гидравлическому испытанию — один раз в 8 лет.

При первичном освидетельствовании это позволяет удостовериться в том, что сосуд установлен и оборудован в соответствии с Правилами и не имеет по-

вреждений. При периодических и внеочередных освидетельствованиях подтверждают исправность сосуда и возможность его дальнейшей эксплуатации.

С целью проверки прочности элементов сосуда и плотности его соединений проводят гидравлическое испытание, которому подвергают сосуд вместе с установленной на нем арматурой.

Перед внутренним осмотром и гидравлическим испытанием сосуд должен быть остановлен, охлажден (отогрет), освобожден от заполняющей его рабочей среды, отключен заглушками от всех трубопроводов, соединяющих сосуд с источником давления или с другими сосудами. Металлические сосуды должны быть очищены до металла. Сосуды, предназначенные для работы с вредными веществами 1-го и 2-го классов опасности, подвергают тщательной обработке (нейтрализации, дегазации). Должны быть отключены электрообогрев и привод сосуда.

Внеочередное освидетельствование сосудов, находящихся в эксплуатации, проводят в следующих случаях: если сосуд не эксплуатировался более 12 месяцев; если он был демонтирован и установлен на новом месте; если произведено выправление выпучин, или вмятин, а также реконструкция или ремонт сосуда с применением сварки или пайки элементов, работающих под давлением; перед наложением защитного покрытия на стенки сосуда; после аварии сосуда или элементов, работающих под давлением; по требованию ответственного лица по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосуда. При проведении внеочередного освидетельствования указывают причину, по которой было проведено освидетельствование.

Техническое освидетельствование сосудов производят на специальных ремонтно-испытательных пунктах, в организациях - изготовителях, на наполнительных станциях, а также в организациях-владельцах, располагающих необходимой базой и оборудованием для этого. Результаты технического освидетельствования записывают в паспорте сосуда с указанием разрешенных параметров эксплуатации сосуда и сроков следующих освидетельствований.

Если при освидетельствовании были проведены дополнительные испытания, в паспорте записывают виды и результаты этих испытаний, а также причины, вызвавшие их необходимость.

Если при освидетельствовании обнаруживают дефекты, снижающие прочность сосуда, то его дальнейшая эксплуатация разрешается при пониженных параметрах (давлении и температуре), что должно быть подтверждено расчетом на прочность. Это решение записывают в паспорте.

Сосуд не допускается к дальнейшей эксплуатации, если при техническом освидетельствовании было выявлено, что он вследствие имеющихся дефектов или нарушений не соответствует требованиям существующих Правил. Сосуды, предназначенные для вредных веществ (жидкостей и газов) 1-го и 2-го классов опасности, подвергаются испытанию на герметичность воздухом или инертным газом при давлении, равном рабочему. При наружном и внутреннем осмотрах должны быть выявлены все дефекты, снижающие прочность сосудов. При этом особое внимание обращают на выявление таких дефектов на поверхностях сосуда, как трещины, надрывы, коррозия стенок (особенно в местах отбортовки и вырезок),

выпучины, отдушины (преимущественно у сосудов с «рубашками», а также на сосудах с огневым или электрическим обогревом), раковины (в литых сосудах); дефекты сварки, надрывы, разъедания (в сварных швах); трещины между заклепками, обрывы головок, следы пропусков, надрывы в кромках склепанных листов, коррозионные повреждения заклепочных швов, зазоры под кромками клепаных листов и головками заклепок (в заклепочных швах); разрушения футеровки, в том числе неплотности слоев футеровочных плиток, трещины в гуммированном, свинцовом или ином покрытии, сколы эмали, трещины и отдушины в плакирующем слое, повреждения металла стенок сосуда в местах наружного защитного покрытия (в сосудах с защищенными от коррозии поверхностями).

Гидравлическое испытание сосудов проводят только при удовлетворительных результатах наружного и внутреннего осмотров.

Сосуды до пуска в эксплуатацию регистрируют в соответствии с Инструкцией о регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведении государственного реестра опасных производственных объектов, утвержденной Постановлением МЧС РФ 11.04. 2003 г. № 22.

После регистрации сосуда на основании результатов технического освидетельствования и проверки инспектор выдает разрешение на ввод в его эксплуатацию. Этот документ должен быть отмечен в паспорте сосуда. На каждом сосуде после выдачи разрешения на его эксплуатацию краской на видном месте или на специальной табличке должны быть указаны регистрационный номер, разрешенное давление, дата очередного наружного и внутреннего осмотра и проведения гидравлического испытания.

Сосуд должен быть выведен из эксплуатации в случаях: превышения давления в сосуде выше разрешенного; выявления неисправности предохранительных устройств; обнаружения в элементах сосуда неплотностей, выпучин, разрывов прокладок; неисправности манометра и невозможности определения давления иными способами; падения уровня жидкости в сосудах с огневым обогревом ниже допустимого; выхода из строя указателей уровня жидкости; неисправности предохранительных блокировочных устройств; возникновения пожара, угрожающего сосуду.

Порядок аварийной остановки сосуда и последующего ввода его в работу указывается в инструкции.

11.3. Безопасность эксплуатации баллонов с сжатыми, сжиженными и растворенными газами

Баллон - это сосуд, предназначенный для транспортировки, хранения и использования сжатых (кислород, водород, азот и воздух), сжиженных (хлор, аммиак, пропан, сероводород и диоксид углерода) или растворенных (ацетилен) под давлением газов.

При эксплуатации баллонов могут происходить взрывы, причинами которых являются:

- повреждение корпуса баллона в случае его падения или удара до нему (особенно при температуре ниже -30°C , когда повышается хрупкость стали, из которой изготовлен баллон);

- повышение температуры газа в баллоне, приводящее к росту давления и разрыву баллона;

- переполнение баллона сжиженными газами, приводящее к возрастанию давления выше допустимого (для предотвращения этого 10 % объема баллона оставляют свободными);

- попадание масла и других жировых веществ во внутреннюю полость вентилей кислородных баллонов (для предотвращения этого вентили кислородных баллонов ввертывают на глете, фольге или с применением жидкого натриевого стекла);

- загрязнение водорода (в случае водородных баллонов) кислородом в количестве более 1 % по объему, например при кислородно-водородной сварке, водородной коррозии, при накоплении в баллонах окалины.

Баллоны, в которых давление сжатых газов достигает 15 МПа, изготавливают главным образом из цельнотянутых бесшовных стальных труб. Для хранения газов под давлением до 3 МПа допускается применение сварных баллонов.

Баллоны оснащают вентилями, плотно ввернутыми в отверстия горловины. Боковые штуцеры вентилей баллонов, наполняемые водородом и горючими газами, имеют левую резьбу, а баллоны, наполняемые кислородом и негорючими газами, - правую резьбу. Вентили баллонов для взрывоопасных горючих веществ, а также вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности снабжаются заглушкой. На баллонах вместимостью более 100 л устанавливают предохранительные клапаны. Для устойчивости в вертикальном положении на нижнюю сферическую часть баллона насаживают стальной башмак.

На верхней сферической части каждого баллона клеймением наносят следующие данные: товарный знак изготовителя; номер баллона; фактическая масса порожнего баллона (кг); дата изготовления и год очередного освидетельствования; рабочее давление, МПа (кгс/см^2); пробное гидравлическое давление, МПа (кгс/см^2); вместимость баллонов (л); клеймо ОТК изготовителя;

Наружную поверхность баллонов окрашивают в соответствующий цвет (табл. 11.1).

Окраску баллонов и нанесение надписей на них производят масляными, эмалевыми или нитрокрасками. Надписи на баллонах наносят по окружности на длину не менее $1/3$ окружности, а полосы — по всей окружности.

Баллоны, находящиеся в эксплуатации, подвергают периодическому освидетельствованию.

Баллоны, установленные стационарно, а также находящиеся постоянно на передвижных средствах, в которых хранят сжатый воздух, кислород, азот, аргон, гелий и обезвоженную углекислоту, экспертом органа технадзора подвергаются наружному и внутреннему осмотру и гидравлическому испытанию под пробным давлением один раз в 10 лет. Все остальные баллоны, а также баллоны со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материалов (корро-

зию и т.п.), подвергаются наружному и внутреннему осмотру один раз в 4 года и гидравлическому испытанию пробным давлением один раз в 8 лет.

Освидетельствование баллонов осуществляют в отдельных, специально оборудованных помещениях. Температура воздуха в этих помещениях должна быть не ниже 12⁰С. Для внутреннего осмотра баллонов допускается применение электрического освещения с напряжением не выше 12В. Освидетельствование баллонов включает: осмотр внутренней и наружной поверхности баллона; проверку массы и вместимости; проведение гидравлического испытания.

Осмотр баллонов осуществляется для выявления на стенках следов коррозии, трещин, плен, вмятин и других повреждений с целью установления их пригодности для дальнейшей эксплуатации. Перед осмотром баллоны тщательно очищают и промывают водой, а в необходимых случаях проводят промывку специальным растворителем или дегазирование.

Баллоны, на наружной и внутренней поверхности которых при осмотре были выявлены трещины, плены, вмятины, отдулины, раковины и риски глубиной более 10% от номинальной толщины стенки, надрывы и выщербления, износ резьбы горловины, а также те, для которых отсутствуют какие-то паспортные данные, выбраковывают.

Проверяют массу и емкость баллонов. Бесшовные стандартные баллоны вместимостью от 12 до 55 л при уменьшении массы на 7,5 % и более, а также при увеличении их вместимости более чем на 1 % бракуют и изымают из эксплуатации. Емкость баллона определяют как разность между массой баллона, наполненного водой, и массой опорожненного баллона или используют для этого мерные бачки.

Таблица 11.1. Окраска и нанесение надписей на баллоны

Наименование газа	Окраска баллонов	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	-
Аргон сырой	Черная	Аргон сырой	Белый	Белый
Аргон технический	Черная	Аргон технический	Синий	Синий
Аргон чистый	Серая	Аргон чистый	Зеленый	Зеленый
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	-
Бутилен	Красная	Бутилен	Желтый	Черный
Нефтегаз	Серая	Нефтегаз	Красный	-
Бутан	Красная	Бутан	Белый	-
Водород	Темно-зеленая	Водород	Красный	-
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	-
Гелий	Коричневая	Гелий	Белый	-
Закись азота	Серая	Закись азота	Черный	-
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	-
Кислород медицинский	Голубая	Кислород медицинский	Черный	-
Сероводород	Белая	Сероводород	Красный	Красный

Сернистый ангидрид	Черная	Сернистый ангидрид	Белый	Желтый
Углекислота	Черная	Углекислота	Желтый	-
Фосген	Защитная	-	-	Красный
Фреон-11	Алюминиевая	Фреон-11	Черный	Синий
Фреон-12	Алюминиевая	Фреон-12	Черный	-
Фреон-13	Алюминиевая	Фреон-13	Черный	2 красные
Фреон-22	Алюминиевая	Фреон-22	Черный	2 желтые
Хлор	Защитная	-	-	Зеленый
Циклопропан	Оранжевая	Циклопропан	Черный	-
Этилен	Фиолетовая	Этилен	Красный	-
Все другие горючие газы	Красная	Наименование газа	Белый	-
Все другие негорючие газы	Черная	Наименование газа	Желтый	-

Забракованные баллоны независимо от их назначения должны быть приведены в негодное состояние, например, путем нанесения насечек на резьбу горловины или просверливания отверстий на корпусе, что исключает возможность их дальнейшего использования.

Баллоны, прошедшие осмотр, проверку массы и емкости, подвергаются *гидравлическому* испытанию пробным давлением воды, в 1,5 раза превышающем рабочее давление в течение 1 мин. После проведения гидравлического испытания баллоны подвергаются *пневматическому* испытанию давлением воздуха или инертных газов, равном рабочему. Во время пневматического испытания баллоны должны быть погружены в ванну с водой на глубину 1 м.

Баллоны, переведенные на эксплуатацию при пониженном давлении, можно использовать для заполнения газами, рабочее давление которых не превышает допустимое. При этом на них указывают массу, рабочее давление, пробное давление и дату проведенного и следующего освидетельствования, а также клеймо испытательного пункта.

Наполненные газом баллоны, рассчитанные на длительный период складского хранения, подвергаются освидетельствованию в выборочном порядке в количестве не менее 5 штук от партии из 100 баллонов, 10 штук от партии до 500 баллонов и 20 штук от: партии, включающей свыше 500 баллонов.

При удовлетворительных результатах освидетельствования срок хранения баллонов продлевают, но не более чем на 2 года.

При неудовлетворительных результатах освидетельствования производят повторное освидетельствование баллонов в таком же количестве. Если и при повторном освидетельствовании результаты оказались неудовлетворительными, дальнейшее хранение всей партии баллонов не допускается. Газ из баллонов удаляют, после чего их подвергают техническому освидетельствованию каждый в отдельности.

При эксплуатации баллонов находящийся в них газ запрещается расходовать полностью. Остаточное давление газа в баллоне должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см²).

Выпуск газов из баллонов в емкости с меньшим рабочим давлением осуществляется через редуктор, предназначенный именно для данного газа и окрашенный в соответствующий цвет (рис. 11.3).

Баллоны с газами могут храниться как в специальных помещениях, так и на открытом воздухе, в последнем случае они должны быть защищены от атмосферных осадков и солнечных лучей.

Складское хранение в одном помещении баллонов с кислородом и горючими газами запрещается.

Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться на расстоянии не менее 1 м от радиаторов отоплений других отопительных приборов и печей и не менее 5 м — от источников тепла с открытым огнем.

Для безопасного наполнения баллона с целью исключения его переполнения на камере низкого давления редуктора устанавливают манометр и пружинный предохранительный клапан, отрегулированный на соответствующее разрешенное давление в емкости, в которую перепускается газ.

Запрещается наполнять газом баллоны, у которых истек срок назначенного освидетельствования или срок проверки пористой массы, поврежден корпус баллона, не исправны вентили, отсутствуют надлежащая окраска или надписи, не указано избыточное давление газа и нет клеймения.

Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками хранят в вертикальном положении. Для предохранения от падения их устанавливают в специально оборудованные гнезда или ограждают барьером.

Баллоны без башмаков можно хранить в горизонтальном положении на деревянных рамах или стеллажах. При хранении на открытых площадках разрешается укладывать баллоны с башмаками в штабели с прокладками из веревки, деревянных брусьев или резины между горизонтальными рядами. При этом высота штабеля не должна превышать 1,5 м. Вентили баллонов должны быть обращены в одну сторону.

Хранят баллоны в одноэтажных складских помещениях с перекрытиями легкого типа без чердаков, окна и двери которых открываются наружу. Стены, перегородки и покрытия складов выполняют из негорючих материалов не ниже II степени огнестойкости. Для окон и дверей используют матовые или закрашенные белой краской стекла. Высота складских помещений должна быть не менее 3,25 м.

Полы складов должны быть ровные с нескользкой поверхностью, а складов для баллонов с горючими газами - с поверхностью из материалов, исключающих искрообразование при ударе.

В складах вывешивают инструкции, плакаты по правилам обращения с баллонами. Склады оборудуют естественной или искусственной вентиляцией в соответствии с требованиями санитарных норм при проектировании. Склады с баллонами, в которых содержатся взрыво- и пожароопасные газы, располагают в зоне молниезащиты.

Складское помещение для хранения баллонов разделяют негорючими стенами на отсеки, в каждом из которых допускается хранение не более 500 бал-

лонов (40 л) с горючими или ядовитыми газами и не более 1 000 баллонов (40 л) с негорючими и неядовитыми газами. В отсеках предусматривается наличие открытых проемов для прохода людей и транспортировки средств механизации. Каждый отсек имеет самостоятельный выход наружу.

Со складов потребителям баллоны транспортируют на специальных тележках или носилках. Ручная переноска баллонов строго запрещена. Перевозка наполненных газами баллонов производится на рессорном транспорте или автокарах в горизонтальном положении обязательно с прокладками между баллонами. В качестве прокладок применяют деревянные бруски с вырезанными гнездами для баллонов, а также веревочные или резиновые кольца толщиной не менее 25 мм (по два кольца на баллон) или другие прокладки, предохраняющие баллоны от ударов друг о друга. Все баллоны во время перевозки укладывают вентилями, направленными в одну сторону.

Для перевозки баллонов в вертикальном положении используют специальные контейнеры, можно перевозить и без них, но обязательно с прокладками между баллонами и ограждением во избежание возможного падения.

Транспортировку и хранение баллонов производят с навернутыми колпаками.

Конструкция баллонов для растворенного ацетилена в целях безопасной эксплуатации предусматривает их заполнение пористой массой и растворителем. В качестве пористой массы используют активированный уголь, в качестве растворителя — ацетон. После заполнения баллонов пористой массой и растворителем на его горловине выбивают массу тары (масса баллона с пористой массой и растворителем, башмаком, кольцом и вентилем).

Баллоны для ацетилена подвергают пневматическому испытанию в организациях, осуществляющих их наполнение пористой массой.

Освидетельствование баллонов для ацетилена производят на ацетиленовых наполнительных станциях не реже чем через 5 лет. Оно включает в себя осмотр наружной поверхности, проверку состояния пористой массы и проведение пневматического испытания.

Состояние пористой массы в баллонах с ацетиленом проверяют на наполнительных станциях не реже чем один раз в 24 мес. При удовлетворительном состоянии пористой массы на каждом баллоне указывают год и месяц проверки, клеймо наполнительной станции, клеймо с изображением букв «Пм», удостоверяющее проверку на соответствие требованиям к пористой массе.

Баллоны для ацетилена с пористой массой при освидетельствовании испытывают азотом под давлением 3,5 МПа (35 кгс/см²). При этом баллоны погружают в воду на глубину 1 м. Чистота азота должна быть не ниже 97 %.

11.4. Цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов

Цистерны и бочки также относятся к передвижным сосудам, работающим под давлением, однако специфика их эксплуатации определяет ряд дополнительных требований, которые оговорены в Правилах по сосуда

Цистерна — это передвижной сосуд, постоянно установленный на раме железнодорожного вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или на других средствах передвижения и предназначенный для транспортировки и хранения газообразных, жидких и сыпучих веществ.

Бочка — это сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекатывать с одного места на другое и ставить на торцы без дополнительных опор. Бочки предназначены для транспортировки и хранения жидких и других веществ.

Цистерны и бочки для сжиженных газов, за исключением криогенных жидкостей, рассчитывают на давление, которое может возникнуть в них при температуре 50⁰С, автоцистерны — на давление, соответствующее метеорологическим условиям местности, где они будут эксплуатироваться, но не ниже 35⁰С.

Цистерны для сжиженного кислорода и других криогенных жидкостей рассчитывают на давление, при котором будет производиться их опорожнение.

Железнодорожная цистерна в верхней части имеет люк диаметром не менее 450 мм и при необходимости помост около люка с металлическими лестницами по обе стороны цистерны, снабженными поручнями. Автоцистерны оснащены круглыми люками диаметром не менее 450 мм или люками овальной формы соответствующих размеров.

Для предупреждения перегрева цистерны делают термоизолированными или с теневой защитой. Термоизоляционный кожух цистерн для кислорода и других криогенных жидкостей снабжен разрывной мембраной.

В паспортах на цистерны и бочки указывают: наименование изготовителя; номер цистерны (бочки); год изготовления и дата освидетельствования; вместимость цистерн (м³) и бочек (л); массу цистерны в порожнем состоянии без ходовой части (т) и массу бочки (кг); величину рабочего и пробного давления; клеймо ОТК изготовителя; дату проведенного и очередного освидетельствования.

На цистернах клеймо наносят по окружности фланца для люка, а на бочках — на днищах, где располагается арматура. Места клеймения на цистернах и бочках, предназначенных для перевозки сжиженных газов, вызывающих коррозию, после нанесения паспортных данных покрывают антикоррозионным бесцветным лаком.

Окраска новых цистерн и бочек, а также нанесение на них полос и надписей осуществляется изготовителем, а цистерн и бочек, находящихся в эксплуатации, — организацией, производящей их наполнение. Окраску, нанесение полос и надписей на железнодорожные пропан-бутановые и пентановые цистерны, находящиеся в эксплуатации, выполняет владелец цистерн.

Цистерны оснащают вентилями с сифонными трубками для слива и налива среды, вентилем для выпуска паров из верхней части цистерны, пружинным предохранительным клапаном, штуцером для подсоединения манометра, указателем уровня жидкости.

Установленный на цистерне предохранительный клапан оборудуют колпаком с отверстиями для выпуска газа в случае открытия клапана (рис. 11.4).

Каждый наливной и спускной вентиль должен быть снабжен заглушкой.

На днище бочек (кроме бочек для хлора и фосгена) установлен вентиль для наполнения и слива среды. У бочек для хлора и фосгена наливной и сливной вентили снабжены сифонами.

Цистерны и бочки можно заполнять только тем газом, для перевозки и хранения которого они предназначены.

Наружную поверхность цистерн и бочек окрашивают эмалью или алюминиевой краской в светло-серый цвет и наносят на нее предупредительные надписи и отличительные полосы. Отличительные полосы наносят по всей длине корпуса цистерны по средней линии, а надписи — с каждой стороны корпуса над полосой, с левой стороны — наименование газа, с правой — остальные надписи (рис. 11.5). На бочки наносят две отличительные полосы по окружности на расстоянии 200 мм от каждого днища, а надписи делают между полосами. Все цистерны и бочки, зарегистрированные в органе технадзора и находящиеся в эксплуатации, проходят *техническое освидетельствование* (наружный осмотр и гидравлическое испытание), периодичность которого составляет: для железнодорожных цистерн, предназначенных для транспортировки предельных углеводородов (пропан-бутана и пентана) и изолированных на основе вакуума - 10 лет, для цистерн, предназначенных для перевозки аммиака - через 8 лет, для всех остальных цистерн, включая цистерны для сжиженных газов, вызывающих разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозию и т.п.) со скоростью более 0,1 мм/год - наружный и внутренний осмотры - 4 года, гидравлическое испытание - 8 лет.

Перед наполнением цистерн и бочек газами проводят тщательный осмотр наружной поверхности, проверяют исправность и герметичность арматуры, наличие остаточного давления и соответствие параметров имеющегося в них газа назначению цистерны или бочки.

Запрещается наполнять газом неисправные цистерны или бочки, если не исправна арматура и контрольно-измерительные приборы, отсутствует надлежащая окраска или надписи, в цистернах или бочках находится не тот газ, для которого они предназначены, а также истек срок их освидетельствования.

После наполнения цистерн или бочек газом на боковые штуцеры вентилях устанавливают заглушки, а арматуру цистерн закрывают предохранительным колпаком, который затем пломбируют.

11.5. Меры безопасности при эксплуатации газового хозяйства

На многих предприятиях широко применяется котельные установки, технологические печи, сушилки и другое оборудование, работающее на природном и сжиженном газе. Эти печи и оборудование, газопроводы и установки, регулирующие подачу газа, относятся к объектам повышенной опасности.

Природный газ, состоящий в основном (85-98%) из метана, взрывоопасен при концентрации в воздухе 4,5-17% по объему. Сжиженный газ представляет собой смесь пропана и бутана, взрывающуюся при концентрации в воздухе 2-10% по объему. Природный газ легче воздуха и при утечках может скапливаться в

верхних частях помещения, а сжиженный газ, который почти в 2 раза тяжелее воздуха, - в нижних частях помещения, создавая в них взрывоопасную атмосферу.

Прокладываемые по территории предприятия и в помещениях газопроводы и располагаемые газорегуляторные установки, находятся под давлением до 0,6 МПа. Поэтому их эксплуатация осуществляется в соответствии с Правилами промышленной безопасности в области газоснабжения в Республике Беларусь, утвержденных Постановлением МЧС РБ от 02.02. 2009 г. №6. Правила содержат требования безопасности к устройству газопроводов внутри помещения, к потребляющему газ технологическому и производственному оборудованию, порядок приемки объектов в эксплуатацию, их обслуживания и надзора за ними.

Проектирование, строительство и эксплуатация газопроводов и использующего газовое топливо оборудования могут осуществлять инженерно-технические работники (ИТР) и рабочие, прошедшие обучение и сдавшие экзамены комиссии, в составе которой обязательно присутствует газотехнический инспектор местного органа Госпромнадзора. ИТР 1 раз в 3 года проходят периодическую проверку знаний Правил промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь. На предприятиях, использующих газ в качестве топлива, из ИТР приказом назначаются лица, ответственные за безопасную эксплуатацию газового хозяйства, а для обеспечения надзора за его техническим состоянием создается газовая служба.

Привлекаемые к строительству и обслуживанию на предприятии объектов газового хозяйства рабочие ежегодно проходят повторную проверку знаний обслуживания и безопасной эксплуатации.

К самостоятельному выполнению работ по монтажу, наладке, ремонту, испытанию и эксплуатации газопроводов и газового оборудования (технических устройств), приборов, систем контроля и управления, газоиспользующих установок, средств защиты газопроводов от электрохимической коррозии допускаются рабочие, достигшие 18 лет и не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие обучение в специализированных учреждениях образования, проверку знаний и инструктаж по вопросам охраны труда и настоящих Правил в соответствии с Инструкцией по обучению в объеме выполняемых ими работ.

Правила по газовому хозяйству запрещают прокладывать газопроводы через подвальные помещения, склады и помещения взрывоопасных производств, помещения горючих материалов, электроподстанций, вентиляционных камер, а также в помещениях с коррозионноопасной средой. Газопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,003 и на них должны устанавливаться устройства для спуска конденсата. Газопроводы внутри цеха оснащаются продувочными свечами с запорной арматурой, а на каждом отводе к оборудованию устанавливаются отключающие устройства.

После монтажа газопроводы и другие газовые объекты принимаются комиссией, в которую входят представители заказчика, строительной-монтажной организации, предприятия газового хозяйства и местного органа Госпромнадзора. Приемка объектов оформляется актом, который является документом, разрешающим их ввод в эксплуатацию.

Перед заполнением газом газопроводы проверяются контрольной опрессовкой давлением 10 кПа. Газ в цехи и к оборудованию подается газовой службой предприятия, а при ее отсутствии – предприятием газового хозяйства района.

Технологические печи и другие агрегаты, потребляющие газовое топливо, для обеспечения безопасной эксплуатации оснащаются приборами для измерения давления газа у горелок, воздуха в воздухопроводе грелок, разрежения в топке или в дымоходе дошибера; автоматическими устройствами для отключения подачи газа к горелкам при снижении давления воздуха в воздухопроводе у горелок, а также при остановке дымососа или снижении тяги в дымоходе; взрывными клапанами. Особые меры безопасности должны соблюдаться операторами технологических печей, работающих на газовом топливе, при их растопке. Топка и газоходы перед растопкой должны в течение 10-15 мин вентилироваться для удаления из них взрывоопасных газов. Из газопровода должен быть удален воздух путем продувки через продувочную свечу. После этого можно приступить к зажиганию газовых горелок, соблюдая установленный должностной инструкцией порядок этой операции и меры безопасности.

Контрольные вопросы

1. Какие требования безопасности предъявляются при проектировании, изготовлении и эксплуатации сосудов, работающих под давлением?
2. В чем заключается техническое освидетельствование сосудов, работающих под давлением?
3. Как обеспечивается безопасность эксплуатации баллонов со сжиженными, сжатыми и растворенными газами?
4. Какие требования безопасности должны соблюдаться при хранении и транспортировании баллонов?
5. В чем заключается особенность заполнения баллонов ацетиленом?
6. Какие меры безопасности установлены при перевозке сжиженных газов в цистернах и бочках?
7. Кто допускается к самостоятельному выполнению работ по монтажу, наладке, ремонту и эксплуатации газового оборудования?
8. Какие специальные требования предъявляются к проведению монтажа и сварочных работ на трубопроводах, подлежащих регистрации в органах Госпромнадзора?
9. Кто из рабочих и ИТР может быть допущен к эксплуатации оборудования, использующего газовое топливо?

Глава 12. Безопасность эксплуатации компрессоров, насосов, газгольдеров

12.1. Компрессоры

Компрессоры используются для сжатия и перемещения воздуха, различных газов и их смесей под давлением не ниже 115 кПа.

По принципу действия компрессоры подразделяются на центробежные и поршневые. *Центробежные компрессоры* применяют в основном для компримирования больших объемов газа до давления 3 МПа, *поршневые* — для создания более высоких давлений.

Взрывы при работе компрессоров могут происходить вследствие превышения давления и температуры сжимаемого газа сверх допустимых, а также образования взрывоопасных смесей кислорода воздуха с продуктами разложения смазочных масел. Кроме того, при эксплуатации компрессоров может происходить утечка в атмосферу взрывоопасных газов через неплотности в оборудовании, сопровождающаяся взрывом.

Процесс сжатия воздуха подчиняется закону, характеризуемому уравнением политропы:

$$pV^m = \text{const}$$

где p – абсолютное давление воздуха, Па; V – объем воздуха, м³; m – показатель политропы, т.е. процесса, при котором сохраняется постоянной теплоемкость системы.

Величина показателя политропы определяется из равенства

$$m = \frac{c_p - c_v}{c_p}$$

где c – удельная теплоемкость воздуха при рассматриваемых давлении и температуре, Дж/(кг·К); c_p, c_v – удельная теплоемкость воздуха соответственно при постоянном давлении и постоянном объеме, Дж/(кг·К)

При сжатии температура воздуха значительно возрастает и может быть определена по формуле

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}}$$

где T_1 – абсолютная температура воздуха до сжатия, К; p_1, p_2 – абсолютное давление газа до и после сжатия, Па.

Например, если при давлении в цилиндрах 0,1 МПа температура воздуха составляет 86 °С, то при 0,4 МПа – 195 °С, а при 2,0 МПа – уже 418 °С.

Воздушные компрессоры представляют большую опасность, чем газовые, так как в них возможно образование взрывоопасных смесей в результате попадания горючих газов с забираемым воздухом, или смещения продуктов разложения смазочных масел с кислородом сжимаемого воздуха. Поэтому воздух забирают из зоны, не содержащей примесей горючих газов и пыли, на высоте не менее 3 м от уровня земли и очищают в фильтрах различной конструкции.

При сжатии газа взрывоопасная смесь может образоваться только при значительном разбавлении газа воздухом, что происходит только в результате аварии компрессорной установки. Повышение давления сжимаемого газа сверх допустимого может привести к разрыву отдельных элементов компрессорной установки. С возрастанием давления снижается также температура вспышки смазочного масла.

Смазочные масла при высокой температуре частично испаряются, а при излишне обильной смазке распыляются в сжимаемом воздухе в виде мельчайших брызг — тумана, образуя с воздухом взрывоопасные смеси. Таким образом, применение качественной смазки и надежное охлаждение компрессоров — основные требования их безопасности.

Вследствие высокой степени опасности компрессоров размещение их не допускается, если в смежном помещении расположены взрывоопасные и химические производства, вызывающие коррозию оборудования и вредно воздействующие на организм человека.

Запрещается установка компрессорных установок под бытовыми, конторскими и подобными им помещениями.

Проходы в машинном зале должны обеспечивать возможность монтажа и обслуживания компрессора с электродвигателем и быть не менее 1,5 м, а расстояние между оборудованием и стенам зданий (до их выступающих частей) не менее 1 м. Двери и окна помещения компрессорной установки должны открываться наружу.

Для уменьшения влияния вибраций, вызываемых работой компрессоров, должны соблюдаться следующие условия:

а) площадки между смежными фундаментами компрессоров должны быть вкладными, свободно опирающимися на фундаменты;

б) трубопроводы, присоединяемые к машине, не должны иметь жесткого крепления к конструкциям зданий; при необходимости применения таких креплений должны предусматриваться соответствующие компенсирующие устройства;

в) трубопроводы, соединяющие цилиндры компрессора с оборудованием (буферные емкости, промежуточные холодильники), должны иметь достаточную гибкость, компенсирующую деформации.

Температура воздуха после каждой ступени сжатия компрессора в нагнетательных патрубках не должна превышать максимальных значений, указанных в инструкции завода - изготовителя, и быть не выше 170 °С для общепромышленных компрессоров, а для компрессоров технологического назначения должна соответствовать предусмотренной в технологических регламентах, но не выше 180°С.

Воздушные компрессоры производительностью более 10 м³/мин. должны быть оборудованы концевыми холодильниками и влагомаслоотделителями. При отсутствии автоматической продувки ручная продувка влагомаслоотделителей (промежуточных и концевого) должна производиться два раза в смену, если заводской инструкцией не предусмотрен более короткий период продув-

ки. Воздухосборники или газосборники, входящие в компрессорную установку, должны продуваться не реже одного раза в смену при наличии конечных холодильника и влагомаслоотделителя и не реже двух раз в смену при их отсутствии.

Корпуса компрессоров, холодильников и влагомаслоотделителей должны быть заземлены.

Для безопасной эксплуатации компрессоров предусмотрена подача масла под давлением циркуляционными принудительными системами. Циркуляционная система смазки и промывки компрессоров снабжена фильтрующими устройствами для очистки масла от примесей. Для контроля давления масла в системе предусматривается установка манометра и клапанов. Все линии подачи масла в системе смазки цилиндров и сальников снабжены обратными клапанами. Смазка компрессора и применяемые масла должны соответствовать инструкции завода - изготовителя либо рекомендации специализированной организации. На компрессорных установках необходимо вести ежесменную запись в журнале расхода смазочного масла.

Для смазки цилиндров компрессоров применяют масла с температурой вспышки выше 200°C и с температурой самовоспламенения не ниже 400°C .

Предотвращение повышения температуры сжижаемого газа сверх допустимой и, следовательно, для обеспечения их безопасной работы компрессорные установки снабжают надежной системой воздушного или водяного охлаждения. Режим работы системы охлаждения должен соответствовать требованиям инструкции по эксплуатации.

Для контроля за системой охлаждения на трубопроводах, отводящих нагретую воду от компрессора и холодильников, на видных местах должны устанавливаться:

- а) при замкнутой системе охлаждения - реле протока со стеклянными смотровыми люками или контрольными краниками с воронками;
- б) при открытой циркуляционной системе охлаждения - сливные воронки.

Температура охлаждающей воды, выходящей от компрессора и холодильников, не должна превышать 40°C .

Для обеспечения безаварийной работы компрессорные установки должны быть снабжены следующими контрольно - измерительными приборами:

- а) манометрами, устанавливаемыми после каждой ступени сжатия и на линии нагнетания после компрессора, а также на воздухосборниках или газосборниках; при давлении на последней ступени сжатия 30 МПа и выше должны устанавливаться два манометра;

- б) термометрами или другими датчиками для указания температуры сжатого воздуха или газа, устанавливаемыми на каждой ступени компрессора, после промежуточных и конечного холодильников, а также на сливе воды. Замер температуры должен производиться стационарными ртутными (в металлическом кожухе) или электрическими термометрами и самопишущими приборами

ми. Применение переносных ртутных термометров для постоянного (регулярного) замера температур запрещается;

в) приборами для измерения давления и температуры масла, поступающего для смазки механизма движения.

На воздухоборниках или газосборниках должны применяться манометры диаметром не менее 150 мм, класса точности не ниже 2,5. Высота установки манометра на воздухоборнике должна соответствовать ГОСТ 9028-59.

Манометры должны быть с такой шкалой, чтобы при рабочем давлении стрелка их находилась в средней трети шкалы. На циферблате манометра должна быть нанесена красная черта по делению, соответствующему высшему допускаемому рабочему давлению.

Манометры должны быть снабжены трехходовым краном. При давлении выше 2,5 МПа вместо трехходового крана разрешается установка отдельного штуцера с запорным устройством для подсоединения второго манометра.

Не реже одного раза в шесть месяцев должна производиться дополнительная проверка рабочих манометров контрольным манометром с записью результатов этих проверок в журнал.

Температуру замеряют ртутными термометрами (размещенными в металлическом кожухе), логометрами, милливольтметрами, электронными автоматическими мостами и потенциометрами.

Для измерения давления применяют пружинные манометры. Манометры высокого давления на линиях подвода взрывоопасных и токсичных газов оборудуют автоматически действующими запорными клапанами, а также защитными приспособлениями, препятствующими поражению персонала осколками в случае разрушения манометров.

Автоматизированные компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, оснащены приборами, сигнализирующими о появлении механических неисправностей, и отключающими устройствами. Они должны обеспечивать остановку двигателя компрессора или не допускать его включения, если это необходимо. В случае изменения эксплуатационных параметров предусмотрена звуковая или световая сигнализация.

Для обеспечения безопасной работы компрессоров при перегрузке и поломках предусмотрены специальные системы защиты.

Каждый компрессор должен быть оборудован системой аварийной защиты, обеспечивающей звуковую и световую сигнализацию при прекращении подачи охлаждающей воды, повышении температуры сжимаемого воздуха или газа выше допустимой и автоматическую остановку компрессора при понижении давления масла для смазки механизма движения ниже допустимой.

Предохранительные клапаны должны устанавливаться после каждой ступени сжатия компрессора на участке охлажденного воздуха или газа. Если на каждый компрессор предусмотрен один воздухоборник и на нагнетательном трубопроводе отсутствует запорная арматура, предохранительный клапан после компрессора может устанавливаться только на воздухо- или газосборнике.

Размеры и пропускная способность предохранительных клапанов должны быть выбраны так, чтобы не могло образоваться давление, превышающее рабочее более чем на 0,05 МПа при рабочем давлении до 0,3 МПа включительно, на 15% при рабочем давлении от 0,3 до 6 МПа и на 10% при рабочем давлении свыше 6 МПа.

Все предохранительные клапаны компрессорной установки общепромышленного назначения, работающие на давлении до 1,2 МПа должны ежедневно проверяться путем принудительного их открытия под давлением. Сроки проверки предохранительных клапанов, работающих при давлении свыше 1,2 МПа, устанавливаются технологическим регламентом, но не реже одного раза в 6 мес. После закрытия клапан должен сохранить полную герметичность.

Осмотр клапанных коробок воздушного компрессора на отсутствие нагара должен производиться не реже чем после 1000 ч работы. В случае обильного нагарообразования необходимо выяснить причину и устранить ее, а все клапанные коробки тщательно очистить от нагара.

В зависимости от свойств сжимаемых газов возникает необходимость соблюдения специальных требований безопасности.

Одним из основных условий безопасной эксплуатации газовых компрессоров является контроль состояния их герметичности, который осуществляют с помощью сигнализаторов горючего газа, связанных с аварийной вентиляцией в помещении компрессорной.

Обеспечению герметичности особое внимание уделяется при работе *водородных компрессоров*, так как нижний концентрационный предел распространения пламени очень низок – 4,2% по объему, и даже небольшое количество выделившегося водорода может привести к созданию в помещении взрывоопасной среды.

При сжатии *кислорода* необходимо исключить его контакт с любыми смазочными маслами, так как они быстро окисляются и воспламеняются. Поэтому для смазки используют водоглицериновую эмульсию, фторопластовые органические и другие смазки, не окисляющиеся кислородом.

Особые требования безопасности предъявляются к *ацетиленовым компрессорам*, поскольку ацетилен обладает способностью к взрывному распаду при повышенной температуре. Безопасность работы в этом случае обеспечивается при использовании поршневых компрессоров с медленным ходом поршня (со скоростью не более 0,7 м/с), создающих давление до 0,2-0,4 МПа, и применения усиленного охлаждения. Температура газа не должна превышать 100-110⁰С. Арматура и контрольно-измерительные приборы ацетиленовых компрессоров не должны содержать детали, изготовленные из меди и ее сплавов, а также из серебра, исключено применение серебряных припоев, так как образующиеся ацетилениды обладают взрывоопасными свойствами.

В компрессорах для сжатия *хлора* в качестве смазки используют концентрированную серную кислоту, так как обычные смазочные масла в атмосфере хлора подвергаются хлорированию.

Для сглаживания пульсаций давления сжатого воздуха или газа между поршневым компрессором и магистралью устанавливают буферные емкости, которые размещают вне помещений на открытой ограждаемой площадке. Они оснащены кранами для спуска воды и масла, манометрами и предохранительными клапанами, имеют лазы и люки для очистки. Между буферной емкостью и компрессором устанавливают обратный клапан.

Расстояние между воздухоборниками должно быть не менее 1,5 м, а между воздухоборником и стеной здания - не менее 1,0 м. Ограждение воздухоборника должно находиться на расстоянии не менее 2 м от воздухоборника в сторону проезда или прохода.

Очистка воздухоборников, влагомаслоотделителей, промежуточных и конечных холодильников и нагнетательных воздухопроводов всех ступеней от масляных отложений должна производиться не реже одного раза за 5000 ч работы компрессора способом, не вызывающим коррозию металла, по инструкции, утвержденной главным инженером предприятия. Рекомендуется очистку воздухопроводов и аппаратов производить 3-процентным раствором сульфанола. После очистки должна производиться продувка сжатым воздухом в течение 30 мин. (не менее).

Вентили, задвижки, клапаны должны быть в полной исправности и обеспечивать возможность быстрого и надежного прекращения доступа воздуха или газа. Арматура должна быть пронумерована и иметь ясно видимые стрелки, указывающие направление вращения маховиков, а также стрелки, обозначающие "открыто" и "закрыто".

Компрессор должен быть немедленно остановлен в следующих случаях: а) в случаях, предусмотренных в инструкции завода - изготовителя;

б) если манометры на любой ступени компрессора, а также на нагнетательной линии показывают давление выше допустимого;

в) если манометр системы смазки механизма движения показывает давление ниже допустимого нижнего предела;

г) при внезапном прекращении подачи охлаждающей воды или другой аварийной неисправности системы охлаждения;

д) если слышны стуки, удары в компрессоре или двигателе или обнаружены их неисправности, которые могут привести к аварии;

е) при температуре сжатого воздуха выше предельно допустимой нормы, установленной паспортом завода - изготовителя и Правилами;

ж) при пожаре;

з) при появлении запаха гари или дыма из компрессора или электродвигателя;

и) при заметном увеличении вибрации компрессора или электродвигателя.

После аварийной остановки компрессора пуск его может быть произведен с разрешения лица, ответственного за безопасную эксплуатацию компрессорной установки.

Во время работы компрессорной установки обслуживающий персонал обязан контролировать:

- а) давление и температуру сжатого газа после каждой ступени сжатия;
- б) температуру сжатого газа после холодильников;
- в) непрерывность поступления в компрессоры и холодильники охлаждающей воды;
- г) температуру охлаждающей воды, поступающей и выходящей из системы охлаждения по точкам;
- д) давление и температуру масла в системе смазки;
- е) ток статора, а при синхронном электроприводе - ток ротора электродвигателя;
- ж) правильность действия лубрикаторов и уровень масла в них.

Показания приборов через установленные инструкцией промежутки времени, но не реже чем через два часа должны записываться в журнал учета работы компрессора.

В журнале должны записываться время пуска и остановки компрессора, причина остановки, замеченные неисправности, проведение периодических проверок предохранительных клапанов и манометров, проведение спуска конденсата и масла из влагомаслоотделителей, воздухоотделителей и других емкостей, а также внеплановые чистки масляных и воздушных фильтров.

Журнал работы должен проверяться и подписываться ежедневно лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию компрессорной установки.

12.2. Насосы

Для транспортирования жидких сред используют насосы и подъемники.

Подъемники - устройства, обеспечивающие лишь нагнетание жидкости (монтежу, эрлифты и ленточные устройства). Они имеют вспомогательное значение и применяются ограниченно. Гораздо шире применяются насосы.

Насос — это машина, в которой происходит преобразование механической энергии привода в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости, благодаря чему осуществляется ее движение.

Различают динамические и объемные насосы. По принципу действия они делятся на центробежные, поршневые, роторные, винтовые, диафрагменные, шестеренные, пластинчатые, червячные, вихревые, струйные, магнитогидродинамические, вибрационные, лабиринтные, шнековые, эрлифтные и др.

В промышленности наиболее широко используются *центробежные насосы*. Они обеспечивают равномерную, без толчков подачу жидкости, могут перекачивать загрязненные жидкости и шламы, работать без присмотра персонала в течение относительно длительного времени. Кроме того, центробежные насосы имеют небольшие габариты при большой производительности, непосредственно соединяются с двигателем, сравнительно просты в эксплуатации, менее опасны в пожаровзрывоопасном отношении, ибо при увеличении сопротивления в линиях могут работать «на себя».

Условные обозначения насосов определяются ГОСТ 10168.1-85. Например, аббревиатура насоса Х100-80-160-К-СД-У2 обозначает:

Х - тип насоса (химический);

100 - номинальный диаметр входного патрубка, мм;

80 - номинальный диаметр выходного патрубка, мм;

160 - номинальный диаметр рабочего колеса, мм;

К - условное обозначение материала деталей проточной части (сталь 12Х18Н9ТЛ);

СД - условное обозначение двойного сальникового уплотнения вала насоса;

У - климатическое исполнение;

2 - категория размещения агрегата при эксплуатации.

Или тот же насос с обточкой рабочего колеса и двойным торцовым уплотнением вала ХЕ100-80-160а-К-55-У2, где

Е - конструктивное исполнение для взрывоопасных и пожароопасных производств;

а - обточка рабочего колеса;

55 - условное обозначение двойного торцового уплотнения

Типы уплотнений валов насосов - С- мягкий сальник, СД- двойной сальник, 5- одинарное торцевое уплотнение, 55- двойное торцевое уплотнение.

Многоступенчатые центробежные насосы способны развивать высокие давления и перекачивать жидкости с температурой до 400°С.

Наибольшие опасности при эксплуатации центробежных насосов связаны с явлением *кавитации*. По мере засасывания насосом жидкости ее давление постепенно падает и может стать меньше упругости насыщенных паров, в результате чего в потоке начинают образовываться заполненные парами пузырьки, объединяющиеся в каверны. При входе паров в область повышенного давления (у рабочего колеса) они сразу начинают конденсироваться, а пустоты мгновенно с ударом «захлопываются». Вследствие соударений в толще жидкости возникают микроскопические зоны повышенного давления (до десятков МПа). Удары жидкости приводят к коррозии рабочих поверхностей, создают вибрацию, вызывающую износ подшипников. В результате «холодного кипения» и выделения газов сужается проходное сечение и может произойти срыв работы насоса. При интенсивной кавитации насос может выйти из строя за несколько часов работы.

Центробежные насосы оснащены арматурой и контрольно-измерительными приборами, обеспечивающими безопасность их эксплуатации. До рабочего колеса устанавливается вакуумметр, а после него — манометр, на всасывающем трубопроводе имеется сетка, предохраняющая рабочее колесо от попадания в него посторонних предметов. На нагнетательном трубопроводе устанавливают предохранительный или обратный клапан (для удержания столба жидкости во время остановки насоса и предотвращения обратного перетока жидкости) и задвижку, используемую при остановке и пуске насоса и необходимую для регулирования подачи жидкости.

Безопасность эксплуатации насосов обеспечивается их надежной конструкцией, коррозионной стойкостью материала и герметичностью уплотнения дви-

жущихся частей. При перекачивании горячей жидкости предусматривается система охлаждения деталей насоса, а также принимаются специальные меры защиты персонала от ожогов. Детали насосов, соприкасающиеся с перекачиваемыми кислотами, изготавливают из коррозионностойких материалов или покрывают защитными составами.

Герметизация вала рабочего колеса центробежного насоса осуществляется чаще всего с помощью сальниковых уплотнений.

Сальниковые уплотнения бывают в виде асбестовых (для холодных жидкостей при давлении 2,5 МПа), асбосвинцовых (при давлении более 2,5 МПа), асбоалюминиевых (для горячих насосов) набивок.

Создать абсолютную герметичность сальников очень трудно: из-за их износа и потери эластичности просачивание жидкости увеличивается.

Поэтому даже при правильной эксплуатации и нормальной работе насосов может быть утечка горячей жидкости и выход ее в помещение насосной.

Величину утечки через сальник центробежного насоса (при перекачке легких жидкостей) можно оценить по формуле:

$$G_c = 0.005 \rho d K \sqrt{H}$$

где: G — количество жидкости, просачивающейся в течение 1ч. через сальник насоса, кг; ρ - плотность жидкости, кг/м^3 ; d - диаметр вала насоса, м; K - коэффициент испаряемости жидкости (используется в тех случаях, когда необходимо определить массу испаряющейся жидкости); H - напор насоса, м.

Интенсивность выхода горючих жидкостей через сальники центробежных насосов (I_c , кг/с) определяют по формуле:

$$I_c = 4,44 \cdot 10^{-7} \cdot d \cdot K \cdot \sqrt{P_p \cdot \rho_{ж}}$$

где d – диаметр вала насоса, м; K – коэффициент испаряемости жидкости; $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, выходящей через сальники, кг/м^3 .

Для уменьшения утечки при перекачке ЛВЖ и сжиженных газов применяют насосы с торцовыми уплотнениями. Торцовое уплотнение представляет собой герметизирующее устройство, в котором герметичность достигается за счет плотного соприкосновения тщательно отшлифованных торцовых поверхностей неподвижной и вращающейся втулок.

Поршневые насосы применяют для транспортирования жидкостей при высоких давлениях и перекачивания высококипящих жидкостей средней и высокой вязкости, так как относительно малая скорость движения поршня дает возможность вязкой жидкости целиком заполнить цилиндр.

Поршневые насосы оборудуют прямодействующим паровым приводом, что уменьшает их пожаро- и взрывоопасность при перекачивании горючих продуктов.

Основная опасность при эксплуатации поршневых насосов связана с возможным разрывом нагнетательного трубопровода в случае его засорения или перекрытия находящейся на нем задвижки во время пуска или работы насоса. Для предотвращения аварий предусмотрена система обвязки поршневого насоса, при

которой нагнетательная линия соединяется со всасывающей через предохранительный клапан на обводной линии. При повышении давления в нагнетательном трубопроводе срабатывает предохранительный клапан, который сбрасывает давление во всасывающую линию. На байпасной линии установлена задвижка, с помощью которой можно регулировать производительность насоса, перепуская часть жидкости во всасывающую линию.

К существенным недостаткам поршневых насосов относится неравномерная, пульсирующая подача перекачиваемой жидкости, что приводит к вибрации, нарушению герметичности фланцевых соединений и разрушению трубопроводов. Для уменьшения пульсации в поршневых насосах как можно ближе к нагнетательному клапану ставят воздушный клапан, выравнивающий скорость движения жидкости в нагнетательном трубопроводе. Размер воздушного клапана определяется расчетом: объем воздуха (пара) в колпаке во время работы должен составлять примерно $\frac{2}{3}$ полного объема колпака. Для наблюдения за уровнем жидкости в колпак вмонтировано мерное стекло или уровнемер другого типа. Помимо снижения вибрации, колпак предохраняет насос от гидравлических ударов при внезапной остановке насоса.

Для перекачки высоковязких продуктов, суспензий, шламов и сильно загрязненных жидкостей применяют специальные насосы объемного типа разных конструкций - шестеренные, эксцентрические со скользящими лопатками, роторные и др. Например, одновинтовые насосы, отличающиеся равномерностью подачи и большой высотой подъема. Так как рабочая часть этих насосов может быть изготовлена из резины или пластмасс, они пригодны для перекачивания кислот, щелочей, сильно загрязненных жидкостей, густых суспензий, жидкого стекла, смол, целлюлозной массы.

Для перекачки небольших количеств опасных продуктов на лабораторных и опытных установках, а также в качестве дозирующих насосов нашли применение *роторно-диафрагменные и шланговые насосы*. Рабочей частью этих простых по конструкции и надежных в работе насосов являются эластичные и стойкие к воздействию перекачиваемых жидкостей резиновые шланги или специальной формы диафрагмы. Корпус роторно-диафрагменных насосов может быть изготовлен из пластмассы. Для транспортировки вязких, агрессивных, токсичных и абразивных сред большое распространение получили *диафрагменные насосы с пневматическим приводом*. Использование сжатого воздуха или инертного газа в качестве привода вместо механических движущихся частей позволяет перекачивать детонирующие жидкости, например, нитроэфиры.

Для надежности и безаварийной работы этих насосов необходимо следить за степенью износа и своевременной заменой эластичных деталей, которые вследствие непрерывной деформации и старения полимера имеют ограниченный срок службы. При перекачке жидкостей-диэлектриков в насосах происходит накопление зарядов статического электричества, поэтому следует принимать своевременные меры для их отвода.

Особый интерес представляют *магнитно-гидродинамические насосы*, применяемые для безопасного перекачивания кислот, щелочей, растворов солей и

других электропроводных жидкостей. В них струя жидкости разгоняется бегущим вдоль отрезка «труба-насос» переменным электромагнитным полем.

В электропроводящей жидкости возникают индукционные токи, и она увлекается электромагнитным полем, подобно тому, как в асинхронном электромоторе ротор увлекается вращающимся электромагнитным полем. Основанные на новом принципе магнитно-гидродинамические насосы герметичны, не имеют сальников, вращающихся и каких-либо других подвижных частей и поэтому безопасны.

В общем случае для обеспечения безопасности эксплуатации насосов необходимо предусматривать:

- систематический контроль за герметичностью уплотнений;
- применение торцовых уплотнений (при транспортировке токсичных и легковоспламеняющихся жидкостей - сжиженные газы, нестабильные бензины, растворители применяют двойные торцовые уплотнения с подводом уплотняющей жидкости под давлением в замкнутую камеру торцового уплотнения);
- использование без сальниковых насосов, в том числе мембранных, погружённых;
- устройство по возможности открытых насосных, обеспечивающих рассеивание горючих паров и газов;
- устройство перепускных линий (со стороны нагнетания на всасывание) и предохранительных клапанов на поршневых, шестеренчатых и винтовых насосах;
- предотвращение вибраций насосов путем тщательной регулировки, устройством массивного фундамента;
- исключение перегревов насосов в местах трения (из-за перекоса вала, нарушения смазки и охлаждения).

Кроме того, вследствие высокой степени опасности насосов, перекачивающих горючие жидкости, особые требования предъявляются к помещениям насосных:

- помещения насосных должны быть отделены от других помещений (операторной, вентиляционной камеры, электропомещений и др.) глухими газонепроницаемыми несгораемыми стенами и иметь самостоятельные выходы наружу.
- насосы, перекачивающие горячие продукты с рабочей температурой, достигающей температуры самовоспламенения и выше, должны отделяться глухой стеной от насосов, перекачивающих другие горючие жидкости.
- использование двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей в общепромышленном исполнении в насосных, перекачивающих продукты с температурой вспышки паров 61°C и ниже, допускается при условии, что они будут отделены от насосов глухой непроницаемой стеной. При этом проход вала от двигателя к насосу допускается только через уплотнение.
- все всасывающие и нагнетательные трубопроводы горючих продуктов, связывающие технологическую аппаратуру с насосами, должны иметь отключающую арматуру, расположенную вне насосной, на расстоянии не менее 3 м от здания насосной и 5 м от открытой насосной, но не более 50 м.

- в насосных категорий А и Б, устраиваются автоматические системы обнаружения опасных концентраций горючих паров и газов в воздухе помещения с использованием сигнализаторов. Сигнализаторы рекомендуется включать в автоматизированные системы управления. В этих случаях по сигналу включается аварийная вентиляция, отключается подача электроэнергии, перекрываются электрифицированные задвижки.

- закрытые насосные объемом до 500 м³ оборудуются стационарными системами тушения пожаров.

12.3. Газгольдеры

Для хранения сжиженных газов применяют горизонтальные цилиндрические или шаровые резервуары. При этом сферические резервуары используют на сырьевых складах. На промежуточных складах и на производственных площадках сжиженные газы хранят в цилиндрических емкостях со сферическими днищами.

Газгольдеры представляют собой резервуары, предназначенные для приема, хранения и выдачи газов, распределения их по потребителям и т.д. Газгольдеры — сложные инженерные сооружения, снабженные специальными устройствами для регулирования основных параметров хранимых в них газов (количества, давления, температуры, состава и т.п.). В зависимости от рабочего давления газгольдеры подразделяются на два класса.

I класс — *газгольдеры низкого давления* с рабочим давлением до 7 кПа. Они характеризуются переменным рабочим объемом, а давление газа в процессе их наполнения или опорожнения остается неизменным.

II класс — *газгольдеры высокого давления*. Рабочее давление в них составляет 0,07—3,0 МПа и выше. Их геометрический объем остается постоянным, а давление при наполнении изменяется в пределах, определяемых параметрами технологического процесса, а также прочностью и надежностью сооружения.

Изотермические газгольдеры по принципу работы относятся к газгольдерам высокого давления, хотя их рабочее давление может значительно колебаться (от нескольких единиц до нескольких сотен кПа) и зависит от максимально допустимой температуры хранения продукта в сосуде.

Газгольдеры низкого давления (рис. 13.1), в соответствии с технологическими и конструктивными особенностями, разделяют на две группы: мокрые (с вертикальными направляющими) и сухие, которые могут быть поршневого типа и с гибкой секцией (мембраной).

Газгольдеры высокого давления (рис. 12.1) бывают цилиндрическими (вертикальными или горизонтальными) и сферическими.

Газгольдеры, предназначенные для хранения горючих газов, относятся к объектам повышенной опасности.

Мокрые газгольдеры просты по конструкции, надежны в эксплуатации и менее опасны в пожарном отношении. Они рассчитываются на максимальное давление 7 кПа. Наибольшее распространение получили газгольдеры объемом 600, 1000, 6000, 10000, 20000 и 20000 м³.

Их широко применяют на предприятиях химической промышленности, что обусловлено простотой их конструкции и надежностью эксплуатации. Мокрые газгольдеры с вертикальными направляющими (емкостью от 100 до 3000 м³) используют для хранения газов, не вызывающих усиленную коррозию металлов (аргона, азота, кислорода, водорода, аммиака, метана, оксида и диоксида углерода, ацетилена, природного газа и других).

Мокрый газгольдер (рис. 12.2) состоит из наземного стального резервуара для воды (водяного бассейна), расположенного на фундаменте, и подвижных звеньев для газа - колокола (резервуара без дна) 1 и телескопа (резервуара без дна и крышки) 2. Передвижные звенья (телескоп и колокол) газгольдера вертикально перемещаются по внешним и внутренним направляющим 7 и 8, на которые они опираются при помощи верхних и нижних роликов 9 и 10. При наполнении газгольдера колокол под давлением газа поднимается и, захватывая своим нижним гидрозатвором 14 обратный верхний гидрозатвор 17, поднимает телескоп. Нижний гидрозатвор колокола захватывает воду из водяного бассейна, в результате чего образуется газонепроницаемый гидравлический затвор.

Нижний и верхний гидрозатворы являются соединительными конструкциями между подвижными звеньями и работают как основные элементы уплотнения между ними.

Подвижные звенья создают и поддерживают заданное давление газа в газгольдере в пределах от 1,25 до 2,40 кПа. Для создания в газгольдере давления газа 4 кПа колокол догружают по нижнему кольцу чугунными грузами 15, по верхней площадке - бетонными грузами 16.

К предохранительным устройствам мокрых газгольдеров относятся следующие элементы:

- перепускное устройство, расположенное на крыше колокола (центральная продувочная труба на центральном люке крыши колокола);
- гидравлический затвор в камере газового ввода, предназначенный для отключения газгольдера от межцеховых газопроводов во время ремонта;
- автоматическое устройство для сброса газа из газгольдера в атмосферу при его переполнении;
- блокировка положения колокола по «предмаксимуму» с автоматическим устройством с целью сброса газа «на свечу» для его сжигания (если сброс газа в атмосферу запрещен) или прекращения его подачи в газгольдер;
- молниезащита (газгольдеры для горючих газов по молниезащите относятся ко II категории опасности);
- защитное устройство от статического электричества;
- огнепреградители на трубах сброса газа в атмосферу.

Для обеспечения нормальной эксплуатации и предотвращения аварий при опорожнении и переполнении газгольдеров предусмотрены приборы дистанционного измерения объема газа в газгольдере, ступенчатая сигнализация (световая и звуковая) положения колокола в газгольдере (т. е. степень заполнения газгольдера газом) и автоматические отключатели электродвигателей машин, забирающих газ из газгольдера при минимальном объеме газа в нем.

Причинами аварий и взрывов при эксплуатации мокрых газгольдеров для горючих газов могут быть: образование вакуума или взрывоопасных газоздушных смесей; утечка газа из газгольдера и системы трубопроводов; замерзание воды в гидрозатворе и образование ледяной корки на стенках резервуара.

Образование вакуума и, как следствие, появление остаточных деформаций металлоконструкций, разрушение стоек и кровли может произойти во время изготовления, неправильно организованных испытаний и эксплуатации газгольдера. Причинами этого могут быть неверный подбор металла, просадка основания, некачественное изготовление днища резервуара.

Взрывоопасная газоздушная смесь может образоваться внутри системы при разрежении, возникающем вследствие длительного простоя газгольдера, полного его опорожнения, усиленного отбора газа. Для предотвращения образования взрывоопасной газоздушной смеси перед пуском газгольдер продувают инертным газом, после чего заполняют рабочим газом.

Утечка газа из газгольдера и системы трубопроводов в большинстве случаев происходит при переполнении газгольдера горючим газом сверх допустимого предела. Причиной этого может быть отсутствие (или неисправность) сигнализации, срабатывающей при изменении объема газа, автоматического устройства для сброса газа в атмосферу, блокировочных устройств, автоматически прекращающих подачу газа в газгольдер при достижении максимального уровня.

Газ может просочиться через затворы при повышении давления сверх допустимого, быстром наполнении газгольдера, перекосах колокола, телескопических звеньев, утечке воды из резервуара и затворов.

С целью исключения аварийных ситуаций газгольдеры для хранения взрывоопасных газов оборудуют схемами утилизации и сжигания при внезапных сбросах газов из системы. В камерах для ввода газа устанавливают газоанализаторы взрывоопасных газов с выводом сигналов в помещение управления.

Для обслуживания установленной арматуры, люков, приборов и прочих устройств газгольдеры должны обеспечиваться стационарными лестницами, площадками, переходами шириной не менее 0,7 м с ограждениями высотой 1,0 м.

Верхняя часть газгольдеров, подвергающаяся нагреванию солнечными лучами, должна иметь цветовую окраску с коэффициентом отражения не менее 50%. Допускается размещение на газгольдерах знаков, цифр и других обозначений хранимых материалов или эмблемы предприятия.

Сухие газгольдеры. Эта группа газгольдеров низкого давления предназначена для хранения таких газов, для которых не допускается увлажнение. Сюда, как уже было сказано, относятся конструкции поршневого типа, а также газгольдеры с гибкой секцией.

Сухой газгольдер поршневого типа состоит из цилиндрического стального корпуса, поршня (шайбы) и стальной кровли (рис. 12.3). Газ подают под поршень газгольдера, в результате чего поршень поднимается на определенную высоту. Для предотвращения перетекания газа в объем корпуса над поршнем предусмотрена установка специального уплотняющего устройства. Газонепроницаемость затвора обеспечивается путем использования специального масла с низкой темпе-

ратурой застывания. Надпоршневое пространство газгольдера вентилируется через центральный фонарь.

В стальном цилиндрическом корпусе *сухого газгольдера с гибкой секцией* находится перемещающаяся по высоте шайба. Между корпусом и шайбой расположена гибкая секция (мембрана) из прорезиненной ткани, герметически прикрепленная как к резервуару, так и к подвижной шайбе. Под давлением газа шайба поднимается, а при выпуске газа — опускается, выдавливая газ из газгольдера.

Газгольдеры высокого давления. Цилиндрические и сферические газгольдеры высокого давления применяют для хранения сжиженных газов.

Для хранения аммиака, хлора и этиленхлорида объемом до 200 м³ используют горизонтальные цилиндрические резервуары, бутана, пропана и других газов - шаровые (сферические) резервуары.

Выбор вида резервуара определяется капитальными вложениями и эксплуатационными расходами, зависящими от геометрического объема и конструкции резервуаров.

Газгольдеры высокого давления для горючих газов имеют сравнительно небольшую емкость, поскольку относятся к весьма пожаро- и взрывоопасному оборудованию. Потеря газа (утечка) при хранении в газгольдерах составляет более 2 % от их оборачиваемости.

В случае утечки газа появляется возможность образования взрывоопасных газоздушных смесей, что может привести к взрыву на территории и в районе размещения газгольдеров. Поэтому к устройству складов, где хранятся сжиженные газы в газгольдерах, предъявляются повышенные требования безопасности. Установлены нормативные расстояния между отдельными газгольдерами, между группами газгольдеров и между газгольдерами и зданиями или сооружениями.

Наземные резервуары располагают группами в местах пониженных планировочных отметок площадки предприятия. Каждую группу наземных резервуаров обваловывают по периметру замкнутым валом или ограждающей стенкой из негорючих материалов высотой не менее 1 м. Обвалованное пространство должно вмещать не менее 85 % емкости всей группы резервуаров.

Перечень и характеристика контрольно-измерительных приборов, регулирующей, предохранительной и запорной арматуры, устанавливаемых на резервуарах для сжиженных газов, регламентируются «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Газгольдеры снабжаются предохранительными клапанами, манометрами для замера давления паровой фазы, указателями уровня и сигнализаторами предельного верхнего уровня жидкой фазы, термометрами для контроля температуры жидкой фазы, запорными органами для отключения резервуара от трубопроводов для приема и отпуска сжиженных газов, отсоса и подачи паровой фазы, отбора проб жидкой и паровой фаз, люками для входа обслуживающего персонала в резервуар и его вентиляции, устройствами для вентиляции и продувки инертным газом, паром или воздухом и устройствами для удаления из газгольдера промывных стоков воды и тяжелых остатков.

Все газгольдеры оборудуются газосбросной трубой для выброса (при их переполнении) газа в атмосферу или на факел. Применяют автоматические системы управления газгольдерами.

Изотермические газгольдеры. Для хранения больших объемов углеводородных газов наиболее оптимальными являются подземные газохранилища. Широкое распространение для хранения метана, сжиженных углеводородных газов, этилена, аммиака и этана получили изотермические газгольдеры. Сжиженные газы в них находятся в условиях поддержания режима, регулируемого изменением двух параметров - температуры и давления.

Изотермические хранилища для сжиженных газов оснащают насосами для перекачки газов и холодильной установкой.

При низкотемпературном изотермическом хранении сжиженных газов снижение давления паров хранимых продуктов достигается путем охлаждения их до температуры кипения. В таком состоянии сжиженные газы можно хранить при атмосферном давлении. Этим определяется и толщина стенок резервуаров, которая должна быть достаточной, чтобы стенки выдержали гидростатическое давление залитого продукта. При таком способе хранения расход металла сокращается в 6-15 раз (в зависимости от продукта и объема резервуара) по сравнению с резервуарами, работающими под давлением.

Преимуществами низкотемпературного изотермического хранения являются: уменьшение геометрических размеров резервуара (в связи с повышением плотности продукта при низкой температуре); отсутствие потерь продукта в результате испарения; хранение продукта при постоянных параметрах; уменьшение пожаро- и взрывоопасности газов.

Низкая температура оказывает ингибирующее действие на интенсивность процесса горения, если оно вдруг начнется. При низкотемпературном изотермическом хранении снижается и вероятность утечки сжиженных углеводородных газов, что также уменьшает вероятность пожара и взрыва. В связи с этим меньше требуется арматуры, коммуникаций, контрольно-измерительных приборов. Схема низкотемпературного изотермического хранилища изображена на рис. 12.4. В тонкостенном теплоизолированном сосуде сжиженный газ хранится при температуре, соответствующей атмосферному давлению. В результате нагрева сосуда за счет температуры окружающей среды часть продукта испаряется. Пары проходят через теплообменник 5 и после сжатия компрессором 3 поступают в конденсатор 4, где охлаждаются и конденсируются. Сконденсированная жидкость дополнительно охлаждается в теплообменнике 5 встречными холодными парами и через дроссель 2, снижающий давление сжиженного газа до давления в сосуде 7, поступает в него.

Для изотермического хранения сжиженных газов под давлением используют шаровые резервуары.

В процессе изотермического хранения под давлением сжиженные газы периодически захлаживают, в результате чего можно использовать холодильные установки меньшей мощности. Сферические теплоизолированные резервуары рассчитаны на давление до 1 МПа, их минимальный объем составляет 600 м³.

Средства контроля и автоматизации обеспечивают измерение необходимых параметров продукта, хранящегося в резервуаре (расход, давление, температура и уровень), сигнализацию заданного эксплуатационного режима, защиту газгольдера от переполнения и повышения уровня вакуума, измерение напряжения в корпусе газгольдера и др.

Контрольные вопросы

1. Какие основные меры безопасности установлены при устройстве и эксплуатации компрессоров?
2. Какие специальные требования безопасности предъявляются при эксплуатации водородных и ацетиленовых компрессоров?
3. В чем заключается безопасность центробежных и поршневых насосов?
4. Как классифицируют газгольдеры в зависимости от рабочего давления?
5. Как обеспечивается безопасность эксплуатации мокрых и сухих газгольдеров?
6. Как устроены газгольдеры высокого давления?

Глава 13. Безопасность эксплуатации производственных трубопроводов

13.1. Общая характеристика трубопроводов, их прокладка и арматура

Трубопроводный транспорт является источником повышенной опасности вследствие сложных условий эксплуатации, большой протяженности и разветвленности сетей, а также сложности организации контроля за их состоянием.

Трубопровод это сооружение из труб, деталей, арматуры, плотно соединенных между собой, предназначенное для транспортирования технологической среды.

Согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», утвержденным постановлением МЧС РФ от 21.03.2007 № 20, все технологические трубопроводы, работающие под давлением до 10 МПа, в зависимости от класса опасности передаваемой по ним среды подразделяются на группы (А, Б, В) и в зависимости от рабочих параметров среды (давления и температуры) — на пять категорий (I—V). Так, к группе А относятся трубопроводы, по которым транспортируют вещества 1-го, 2-го и 3-го класса опасности, к группе Б — трубопроводы, транспортирующие горючие вещества, в том числе сжиженные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, к группе В — трудногорючие и негорючие вещества.

Безопасность и надежность эксплуатации трубопроводных сетей зависит от выбора составляющих их элементов, правильной прокладки, качественного монтажа, постоянного контроля за состоянием самих трубопроводов и установленной на них арматуры и своевременности ремонта.

Требования безопасности и надежности должны предусматривать:

- возможность использования подъемно-транспортных средств и непосредственного наблюдения за техническим состоянием трубопроводов и выполнением всех видов работ по контролю, термической обработке швов и их испытанию;
- разбивку трубопроводов на технологические узлы и блоки;
- изоляцию и защиту трубопроводов от коррозии, вторичных проявлений молнии и статического электричества;
- наименьшую протяженность трубопровода;
- исключение провисания и образования застойных зон в трубопроводах;
- возможность компенсации температурных деформаций трубопровода.

К обслуживанию трубопроводов могут быть допущены лица не моложе 18 лет, прошедшие обязательные медосмотры, обучение, аттестацию в установленном порядке. Для ведения надзора за состоянием трубопроводов и безопасностью их обслуживания руководитель организации должен назначить приказом ответственное лицо, имеющее соответствующую квалификацию.

Прокладку технологических трубопроводов осуществляют по проекту и в соответствии с техническими нормативными правовыми актами и технической документацией.

Трубопроводы в зависимости от назначения и условий эксплуатации прокладывают различными способами: *подземным* — в проходных каналах (туннелях), в непроходных каналах и непосредственно в грунте, *наземным* — на опорах и *надземным* — на эстакадах, стойках, по колоннам и стенам зданий.

Наиболее часто используют наземную и надземную прокладку, так как срок службы проложенных таким образом трубопроводов примерно в 2,5 раза больше, чем при подземной прокладке. При этом, сокращаются капитальные затраты и эксплуатационные расходы, обеспечивается возможность постоянного наблюдения за состоянием трубопроводов, облегчаются их монтаж и ремонт.

Прокладка в грунте трубопроводов, предназначенных для транспортировки чрезвычайно- и высокоопасных вредных веществ и дымящих кислот, запрещена. Трубопроводы с горючими (в том числе сжиженными) газами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями разрешается прокладывать под землей только в проходных каналах, оборудованных надежной вентиляцией и люками.

Трубопроводы укладывают на опоры, расстояние между которыми определяется диаметром и материалом труб, а также массой трубопровода (вместе с транспортируемой средой и изоляцией). Для стальных труб с условным проходом до 250 мм расстояние между опорами составляет 3—6 м.

Для крепления трубопроводов, не требующих компенсирующих устройств, применяют простейшие подвески, хомуты и скобы.

Трубопроводы из хрупких и пластичных материалов укладывают в сплошных лотках или на сплошных основаниях для предохранения их от провисания и разрушения.

При прокладке нескольких трубопроводов трубопроводы с химически активными веществами необходимо располагать ниже других. Трубопроводы для хлора, азотной кислоты и органических легкоокисляемых веществ не следует прокладывать рядом.

Трубопроводы следует располагать с некоторым уклоном, но, избегая пониженных участков (чтобы не создавать гидравлических «мешков») и тупиков, в которых могут скапливаться продукты. Газопроводы, транспортирующие конденсирующиеся газы или газы, содержащие пары воды, снабжаются ренажными устройствами, предназначенными для отвода конденсата или воды.

Фланцевые соединения трубопроводов располагают в местах, доступных для монтажа и ремонта, и оснащают защитным кожухом, предохраняющим персонал от ожогов в случае прорыва жидкости наружу вследствие повреждения прокладки. Кожух негерметичен, он только гасит напор и исключает выброс струи жидкости под давлением. Фланцевые соединения трубопроводов с агрессивными химическими веществами нельзя располагать над проходами, постоянными рабочими местами и электрооборудованием.

При прокладке на эстакадах трубопроводов, требующих регулярного обслуживания (не менее одного раза в смену), а также на заводских эстакадах должны предусматриваться проходные мостики из несгораемых материалов шириной не менее 0,6 м и с перилами высотой не менее 0,9 м, а через каждые 200 м и в

торцах эстакады при расстоянии менее 200 м – лестницы вертикальные с шатровым ограждением или маршевые.

Внутрицеховые трубопроводы на пожаро- и взрывоопасных производствах независимо от их назначения должны быть заземлены путем присоединения к цеховому контуру заземления для отвода от трубопроводов электрических зарядов, возникающих в результате вторичных проявлений молнии, а также зарядов статического электричества, скапливающихся при движении различных сред по трубопроводам.

В целях выравнивания потенциалов (для предотвращения искрения) все трубопроводы, расположенные в пожаро- и взрывоопасных помещениях параллельно на расстоянии до 100 мм один от другого, соединяют между собой металлическими перемычками через каждые 20—25 м. Трубопроводы, находящиеся в местах пересечения, вблизи друг от друга или от металлических лестниц и конструкций (на расстоянии меньше 100 мм), соединяют перемычками.

Не допускается прокладка технологических трубопроводов внутри административных, бытовых, хозяйственных помещений и в помещениях электrorаспределительных устройств, электроустановок, щитов автоматизации, в помещениях трансформаторов, венткамер, тепlopунктов, на путях эвакуации персонала, а также транзитом через помещения любого назначения.

Свободная высота эстакад для трубопроводов над проездами и проходами должна быть не менее:

- для железнодорожных путей – 5,55 м;
- автомобильных дорог - 5 м (4,5 при соответствующем обосновании);
- для пешеходных дорог – 2,2 м.

Трубопроводы в процессе эксплуатации подвергаются температурным колебаниям — в зависимости от времени года, температуры транспортируемой среды и состояния изоляции. Если трубопровод жестко закреплен в опорах, в нем в результате тепловых напряжений могут возникать разрывы при охлаждении или выпучивания при нагреве. Особенно это касается трубопроводов, изготовленных из материалов с высоким коэффициентом линейного расширения и низкой прочностью (например, винипластовых). В этом случае и нужна установка компенсаторов.

Температурные деформации трубопроводов можно устранить за счет самокомпенсации. Кроме того, предусматривается установка специальных компенсаторов П, Г, Z - образных, линзовых, волнистых и др.

Наибольшее распространение получили П-образные компенсаторы, согнутые из цельных труб. Компенсатор устанавливают на горизонтальном участке трубопровода с учетом общего уклона. Гнутые компенсаторы изготавливают только из упругих материалов (сталь, алюминий, медь, титан, винипласт). Компенсаторы для трубопроводов больших диаметров выполняют с гофрами (складками). Для трубопроводов, изготовленных из неупругих и хрупких материалов (стекло, керамика, фарфор и т.п.), служащих для транспортирования химически активных сред, применяют сальниковые компенсаторы. Они допускают перемещение только одной ветви трубопровода, поэтому их называют односторонними.

Для реализации *самокомпенсации* при прокладке трубопровод располагают на неподвижных или подвижных (скользящих, катковых, подвесных) опорах, которые дают возможность ему перемещаться при возникновении температурных деформаций. Схема самокомпенсации представлена на рисунке 13.1.

Недостатком трубопровода с самокомпенсацией является неизбежность некоторого перемещения участков трубопровода между опорами. Это усложняет конструкцию опор и затрудняет прокладку трубопровода в узких местах. Преимущества данного метода заключаются в исключении необходимости установки специальных компенсирующих устройств, а следовательно, в снижении начальных затрат и упрощении обслуживания.

Самокомпенсация возможна лишь в том случае, когда трасса трубопровода представляет собой ломаную линию. Ее не применяют, если материал труб хрупок и плохо работает на изгиб. Для этого не подходят, например, чугун, керамика, фарфор или термореактивные пластмассы. На трубопроводах, транспортирующих сжатый воздух, холодную воду и другие холодные жидкости и газы, как правило, компенсаторы не ставят.

Арматура трубопроводов в зависимости от назначения подразделяется на запорную, регулируемую, предохранительную, распределительную, защитную и фазораделительную.

Запорная арматура предназначена для перекрытия трубопровода в целях прекращения движения среды и открытия для пропуски продукта. Ее подразделяют на приводную и автоматическую. У *приводной арматуры* проход открывается и закрывается под действием внешней силы: электродвигателем, гидро- или пневмоприводом или просто рукой. В зависимости от характера работы затвора приводная запорная арматура бывает трех типов -кран, вентиль и задвижка (рис. 13.2).

Трубопроводная арматура должна размещаться в местах, доступных для удобного и безопасного ее обслуживания и ремонта. Ручной привод арматуры должен располагаться на высоте не более 1,8 м от уровня пола помещения или площадки.

Основным типом запорной арматуры для трубопроводов с условным проходом от 50 мм является задвижка. Она обладает минимальным гидравлическим сопротивлением, имеет надежное уплотнение затвора и небольшую строительную длину и может работать при переменном направлении движения среды.

Вентили рекомендуются применять для трубопроводов диаметром до 50 мм. Краны используют в том случае, если задвижку и вентили по технологическим соображениям применять недопустимо или нецелесообразно.

У *автоматической арматуры* проход открывается и закрывается под действием транспортируемой среды.

На запорной арматуре устанавливаются указатели, показывающие ее состояние: «открыто», «закрыто».

Запорную арматуру запрещено применять в качестве регулирующей.

К *регулирующей арматуре* относятся обратные и редукционные клапаны и автоматические регуляторы давления.

Обратные клапаны (подъемные и поворотные) пропускают среду только в одном направлении. Подъемные клапаны устанавливают на линиях воды (часто после насосов) и пара, а также на материальных линиях, поворотные обратные клапаны (чугунные гуммированные) — на трубопроводах, транспортирующих серную и соляную кислоты и другие химически активные вещества. Герметичность подъемных клапанов выше, чем поворотных.

Обратные клапаны теряют герметичность при попадании под золотник песка, твердых комков и других включений, случайно оказавшихся в среде. Они легко удаляются при снятии крышки.

Редукционный клапан служит для снижения давления среды в трубопроводе и его поддержания за клапаном независимо от давления перед ним. Эти клапаны устанавливают чаще всего на входе в цех трубопроводов пара и сжатого воздуха.

Автоматический регулятор давления прямого действия предназначен для поддержания заданного давления в трубопроводах, транспортирующих неагрессивные газы, воздух, нефтепродукты и пар при температуре до 300⁰С.

К предохранительной арматуре относятся предохранительные клапаны и мембраны.

Предохранительные клапаны служат для предупреждения возникновения в трубопроводе или в аппарате давления, превышающего допустимое, и устанавливаются на линиях газа и пара и жидкостей. При повышении давления клапаны сбрасывают часть среды непосредственно в атмосферу или через поглотительное устройство. Выход газообразной среды (сжатого воздуха или пара) должен быть хорошо слышен с рабочего места аппаратчика. Иногда для этой цели на конце выхлопного трубопровода монтируют свисток. При отводе пара предусматривают еще и удаление конденсата из выхлопного трубопровода. После снижения давления до нормы предохранительный клапан автоматически закрывается.

Предохранительные клапаны устанавливают на автоклавах, в котельных и компрессорных на трубопроводах, подающих рабочую среду в цехи, а также на цеховых трубопроводах после редукционных клапанов.

Предохранительные клапаны подразделяются на пружинные и рычажно-грузовые. Рычажно-грузовой клапан, в отличие от пружинного, не имеет сальникового уплотнения, поэтому не обеспечивает полной герметичности. В связи с этим его нельзя устанавливать на трубопроводах, предназначенных для транспортировки горючих сред, проходящих внутри помещений.

Монтаж какой-либо запорной арматуры между источником давления и предохранительным клапаном категорически запрещается.

Предохранительные мембраны устанавливают взамен предохранительных клапанов на сосудах или трубопроводах. Мембраны обеспечивают герметичность и надежность срабатывания. Они просты в изготовлении и дешевы. Их недостатком является одноразовость действия.

К арматуре относятся также водоотделители, конденсатоотводчики, смотровые фонари, обратные клапаны, ловушки, дыхательные клапаны, огнепреградители, сепараторы и другие устройства.

Водоотделители предназначены для отделения капель сконденсировавшегося пара и удаления их из паропровода. При движении пара по трубопроводу происходит его конденсация вследствие охлаждения на стенках трубы. Тепловая изоляция уменьшает конденсацию, но полностью устранить ее не может. Наличие конденсата в паропроводе приводит к потере части теплоты, содержащейся в паре, и опасно из-за возможности возникновения гидравлического удара при переносе капелек конденсата с большой скоростью через фитинги и арматуру. Выпадение капель из пароводяной смеси в присутствии водоотделителя происходит в результате резкого уменьшения скорости смеси и изменения направления ее движения.

Конденсатоотводчики — это приспособления, отделяющие из выходящей смеси конденсат и выводящие его из аппарата. Значительная часть пара, потребляемого на предприятиях химической промышленности, расходуется на нагрев различных веществ (в сушилках, теплообменниках, змеевиках, рубашках реакционных аппаратов и т. п.). Глухой пар не успевает отдать всю содержащуюся в нем теплоту и целиком не конденсируется. Часть теплоты остается не использованной. Конденсатоотводчики способствуют увеличению производительности установки в результате более рационального использования теплоты, которую отдает пар.

Существует несколько типов конденсатоотводчиков, отличающихся по принципу действия: поплавковые, дросселирующие (подпорные шайбы), лабиринтные, термостатические, гидрозатворы и др. Наибольшее применение на предприятиях нашли конденсатоотводчики первых двух типов.

Если необходимо следить за поступлением продукта в аппарат с целью регулирования скорости его подачи или проверки состава (наблюдение за цветом, присутствием осадка и т.п.), на трубопроводе у рабочего места аппаратчика устанавливают *смотровой фонарь*.

Обратный клапан для вакуум-трубопроводов внешне напоминает смотровой фонарь. Такой фонарь-клапан устанавливают на вакуум-трубопроводе, соединяющем аппарат, заполняемый жидкостью, с вакуум-насосом. Он предназначен для защиты вакуум-трубопроводов от возможного поступления в них химически активных жидкостей путем перекрытия клапана.

В жидкости, передаваемые по трубопроводам, иногда попадают посторонние твердые предметы. Для задержки примесей перед подачей загрязненных жидкостей на начальном участке трубопровода устанавливают ловушки.

Дыхательный клапан предназначен для выравнивания давления внутри резервуаров с горючими жидкостями. Он поддерживает в резервуаре атмосферное давление в процессе его наполнения и опорожнения, а также при колебаниях наружной температуры.

Огнепреградители устанавливают на линиях, соединяющих реакционные аппараты, содержащие горючие пары или газы, с атмосферой.

13.2. Тепловая изоляция, защита от коррозии и окраска трубопроводов

Необходимость тепловой изоляции определяется в каждом конкретном случае — в зависимости от свойств транспортируемых веществ, места и способа прокладки трубопровода и требований, предъявляемых к безопасности производства.

Тепловую изоляцию применяют с целью предотвращения конденсации, застывания продукта при охлаждении (например, в случае олеума, нитробензола, расплавленной серы) и образования ледяных или водяных пробок, а также во избежание ожогов у работающих, если стенки трубопровода имеют температуру выше 60°C.

Изоляция должна обладать следующими свойствами: низкой теплопроводностью, небольшой теплоемкостью, легкостью нанесения на трубы, малой массой, долговечностью и невысокой стоимостью.

Трубопроводы, изготовленные из неметаллических материалов, имеют низкую теплопроводность, и их изоляцией обычно не покрывают.

Трубопроводы, по которым транспортируют застывающие или выпадающие из растворов в виде кристаллов продукты (например, расплавленная сера или нафталин), выполняют с обогревом. Для этого трубопровод прокладывают вплотную с линией пара (спутником), обтягивают его стальной сеткой и заключают их в общую изоляцию. Спутник притягивают к материальному трубопроводу с помощью хомутов.

В некоторых случаях, когда требуется особенно интенсивный обогрев материального трубопровода, его снабжают паровой рубашкой.

При транспортировке агрессивных веществ внутреннюю поверхность трубопроводов защищают с учетом химических и физических свойств реагентов.

Вид и система защиты от коррозии наружной поверхности зависят от способа и условий прокладки трубопровода, характера и степени коррозионной активности внешней среды, степени опасности электрохимической коррозии и т.д.

Опознавательную окраску трубопроводов производят в соответствии с требованиями ГОСТ 14202, в котором также определены предупреждающие знаки и маркировочные щитки. Это помогает различать трубопроводы при обслуживании и обеспечивает безопасность труда.

Определено 10 групп веществ, транспортируемых по трубопроводам, ниже приведены цифровые обозначения и цвета опознавательной окраски трубопроводов в зависимости от групп транспортируемых по ним веществ:

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1. Вода – зеленый | 6. Кислоты - оранжевый |
| 2. Пар – красный | 7. Щелочи - фиолетовый |
| 3. Воздух - синий | 8. Горючие жидкости - коричневый |
| 4. Горючие газы – желтый | 9. Негорючие жидкости |
| 5. Негорючие газы | 10. Прочие вещества - серый. |

Противопожарные трубопроводы, независимо от их содержимого (вода, пена, пар для тушения пожара, инертный газ и др.), окрашивают в красный (сигнальный) цвет.

Опознавательная окраска трубопроводов должна быть сплошной по всей поверхности коммуникаций, а также может быть нанесена отдельными участками.

Для обозначения наиболее опасных по свойствам транспортируемых веществ на трубопроводы наносят предупреждающие цветные кольца. В зависимости от свойств транспортируемого вещества предупреждающие кольца имеют различные цвета опознавательной окраски:

Легковоспламеняемое, огнестойкое и взрывоопасное -	Красный
Опасное или вредное	- Желтый
Безопасное или нейтральное	- Зеленый

В случае, когда вещество одновременно обладает несколькими опасными свойствами, обозначаемыми различными цветами, на трубопроводы наносят кольца нескольких цветов. На вакуумных трубопроводах кроме отличительной окраски делают надпись «вакуум».

По степени опасности для жизни и здоровья людей вещества, транспортируемые по трубопроводам, подразделяют на три группы. В зависимости от вида вещества и его параметров (давления и температуры) на трубопровод наносят соответствующее число предупреждающих цветных колец.

Для обозначения трубопроводов с особо опасным для здоровья и жизни людей содержимым, а также при необходимости конкретизации вида опасности дополнительно к цветным предупреждающим кольцам применяют *предупреждающие знаки*. Они имеют форму треугольника, в котором на желтом фоне помещено изображение черного цвета.

Если известно, что под воздействием агрессивных веществ, транспортируемых по трубам, может произойти изменение отличительного цвета, такие трубопроводы снабжают еще *маркировочными щитками*. Они служат также для дополнительного обозначения веществ, транспортируемых по трубопроводам.

Маркировочные щитки, надписи и предупреждающие знаки располагают в наиболее ответственных пунктах коммуникаций (на ответвлениях, у мест соединений и отбора, возле задвижек, вентилях, клапанов, шиберов и контрольных приборов, в местах прохода трубопроводов через стены, перегородки, перекрытия, на вводах и выводах из производственных зданий и т.д.) и в хорошо освещенных местах.

В производственных помещениях, где имеются трубопроводы, на видных местах вывешивают схемы опознавательной окраски коммуникаций с расшифровкой отличительных цветов, предупреждающих знаков и цифровых обозначений, принятых для маркировки трубопроводов.

13.3. Ревизия (освидетельствование) трубопроводов

Основным методом контроля за надежной и безопасной эксплуатацией технологических трубопроводов является периодическая ревизия (освидетельствование), которая проводится в соответствии с ТНПА (методики, инструкции), согласованными с органом надзора. Результаты ревизии служат основанием для оценки состояния трубопровода и возможности его дальнейшей эксплуатации. Для трубопроводов высокого давления (свыше 10 МПа) предусматриваются следующие виды ревизии: выборочная и полная. Сроки выборочной ревизии устанавливаются в зависимости от условий эксплуатации, но не реже одного раза в 4 года.

Первую выборочную ревизию трубопроводов, как правило, следует производить не позднее, чем через 2 года после ввода трубопровода в эксплуатацию.

Продление сроков службы трубопроводов и его элементов проводится в установленном порядке.

Сроки проведения ревизии трубопроводов при давлении до 10 МПа устанавливаются в зависимости от скорости коррозионно-эрозионного износа трубопроводов, условий эксплуатации, результатов предыдущих осмотров и ревизии. Периодичность проведения ревизии установлена Правилами (табл. 13.1).

Таблица 13.1. Периодичность проведения ревизий технологических трубопроводов с давлением до 10 МПа

Транспортируемые среды	Категория трубопровода	Периодичность проведения ревизий при скорости коррозии, мм/год		
		более 0,5	0,1 - 0,5	до 0,1
Чрезвычайно, высоко- и умеренно опасные вещества 1, 2, 3-го классов и высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ) - среды группы А	I и II	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 2 года	Не реже одного раза в 3 года
	III	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 4 года
Взрыво- и пожароопасные вещества (ВВ), горючие газы (ГГ), в том числе сжиженные, легко воспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) - среды группы Б (а), Б (б)	I и II	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 2 года	Не реже одного раза в 3 года
	III и IV	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 4 года
Горючие жидкости (ГЖ) - среды группы Б (в)	I и II	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 2 года	Не реже одного раза в 3 года
	III и IV	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 4 года
Трудногорючие (ТГ) и негорючие (НГ) вещества (среды группы В)	I и II	Не реже одного раза в 2 года	Не реже одного раза в 4 года	Не реже одного раза в 6 лет
	III, IV и V	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 6 лет	Не реже одного раза в 8 лет

Отсрочка в проведении ревизии трубопроводов допускается с учетом результатов предыдущей ревизии и технического состояния трубопроводов, обеспечивающего их дальнейшую надежную и безопасную эксплуатацию, но не может превышать более одного года и согласовывается в установленном порядке.

При проведении ревизии внимание следует уделять участкам, работающим в особо сложных условиях, где наиболее вероятен максимальный износ трубопровода вследствие коррозии, эрозии, вибрации и других причин. К таким относятся участки, где изменяется направление потока (колена, тройники, врезки, дренажные устройства, а также участки трубопроводов перед арматурой и после нее) и где возможно скопление влаги, веществ, вызывающих коррозию (тупиковые и временно неработающие участки).

При ревизии трубопроводов с давлением до 10 МПа (100 кгс/см²) проводят: наружный осмотр трубопровода; замер толщины стенки трубопровода приборами неразрушающего контроля, а в необходимых случаях - сквозной засверловкой с последующей заваркой отверстия.

Толщину стенок измеряют на участках, работающих в наиболее сложных условиях (коленах, тройниках, врезках, местах сужения трубопровода, перед арматурой и после нее, местах скопления влаги и продуктов, вызывающих коррозию, застойных зонах, дренажах), а также на прямых участках трубопроводов.

При этом на прямых участках трубопроводов длиной до 20 м и межцеховых трубопроводов длиной до 100 м следует выполнять замер толщины стенок не менее, чем в трех местах. Результаты замера фиксируются в паспорте трубопровода.

Ревизию постоянно действующих участков факельных линий, не имеющих байпасов, проводят без их отключения путем измерения толщины стенки ультразвуковыми толщиномерами и обмыливания фланцевых соединений.

Ревизия воротников фланцев проводится визуальным осмотром (при разборке трубопровода) или измерением толщины неразрушающими методами контроля (ультразвуковым или радиографическим) не менее чем в трех точках по окружности воротника фланца. Толщину стенки воротника фланца допускается контролировать также с помощью контрольных засверловок. На трубопроводах, выполненных из сталей аустенитного класса (08X18H10T, 12X18H10T и тому подобное), работающих в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, сквозные засверловки не допускаются.

Внутренний осмотр участков трубопроводов проводится с помощью ламп, приборов, луп, эндоскопа или других средств.

При этом следует выбирать участок, эксплуатируемый в наиболее неблагоприятных условиях (где возможны коррозия и эрозия, гидравлические удары, вибрация, изменение направления потока, застойные зоны). Во время осмотра проверяют наличие коррозии, трещин, уменьшения толщины стенки труб и деталей трубопроводов.

При необходимости проводится радиографический или ультразвуковой контроль сварных стыков и металлографические и механические испытания.

Проводятся также следующие работы: измерение на участках трубопроводов деформаций по состоянию на время проведения ревизии; выборочная разбор-

ка резьбовых соединений на трубопроводе, осмотр их и контроль резьбовыми калибрами; проверка состояния и условий работы опор, крепежных деталей и выборочно прокладок; испытание трубопроводов.

При ревизии контрольного участка трубопровода высокого давления (свыше 10 МПа) следует:

- провести наружный осмотр согласно требованиям;
- при наличии фланцевых или муфтовых соединений произвести их разборку, затем внутренний осмотр трубопровода;
- произвести замер толщины стенок труб и других деталей контрольного участка;
- при обнаружении в процессе осмотра дефектов в сварных швах (околошовной зоне) или при возникновении сомнений в их качестве произвести контроль неразрушающими методами (радиографический, ультразвуковой и т.д.);
- при возникновении сомнений в качестве металла проверить его механические свойства и химический состав;
- проверить состояние муфт, фланцев, их уплотнительных поверхностей и резьбы, прокладок, крепежа, а также фасонных деталей и арматуры, если такие имеются на контрольном участке;
- провести контроль наличия остаточных деформаций, если это предусмотрено проектом;
- провести контроль твердости крепежных изделий фланцевых соединений, работающих при температуре 400°C.

Если при ревизии трубопровода высокого давления будет обнаружено, что первоначальная толщина уменьшилась под воздействием коррозии или эрозии, возможность эксплуатации следует подтверждать расчетом на прочность. При необходимости проводится экспертиза промышленной безопасности.

При получении неудовлетворительных результатов ревизии дополнительных участков следует провести полную ревизию этого трубопровода, а также участков трубопроводов, работающих в аналогичных условиях, с разборкой до 30% каждого из указанных трубопроводов.

Выборочная ревизия трубопроводов высокого давления производится периодически в сроки, установленные проектом, но не реже чем в следующие сроки:

- в производстве аммиака трубопроводы, предназначенные для транспортирования азотоводородных и других водородсодержащих газовых смесей при температуре среды до 200°C, - через 12 лет, при температуре среды свыше 200°C - через 8 лет;
- в производстве метанола трубопроводы, предназначенные для транспортирования водородных газовых смесей, содержащих кроме водорода окись углерода, при температуре среды до 200 °C, - через 12 лет, при температуре среды свыше 200°C - через 6 лет;
- в производстве капролактама трубопроводы, предназначенные для транспортирования водородных газовых смесей при температуре среды до 200°C, - че-

рез 10 лет, трубопроводы, предназначенные для транспортирования окиси углерода при температуре свыше 150°C, - через 8 лет;

- в производстве синтетических жирных спиртов (СЖС) трубопроводы, предназначенные для транспортирования водородных газовых смесей при температуре среды до 200°C, - через 10 лет, при температуре среды свыше 200°C - через 8 лет; трубопроводы, предназначенные для транспортирования пасты (катализатор с метиловыми эфирами) при температуре среды до 200°C, - через 3 года;

- в производстве мочевины трубопроводы, предназначенные для транспортирования сплава мочевины от колонны синтеза до дросселирующего вентиля, - через 1 год;

- трубопроводы, предназначенные для транспортирования аммиака от подогревателя до смесителя при температуре среды до 200°C, - через 12 лет;

- трубопроводы, предназначенные для транспортирования углекислого газа от компрессора до смесителя при температуре среды до 200°C, - через 6 лет;

- трубопроводы, предназначенные для транспортирования углеаммонийных солей (карбамата) при температуре среды до 200°C - через 4 года.

Выборочную ревизию трубопроводов, предназначенных для транспортирования других жидких и газообразных сред и других производств, следует также производить:

- при скорости коррозии до 0,1 мм/год и температуре до 200°C - через 10 лет;

- при скорости коррозии до 0,1 мм/год и температуре 200 - 400°C - через 8 лет;

- для сред со скоростью коррозии до 0,65 мм/год и температурой среды до 400°C - через 6 лет.

При неудовлетворительных результатах выборочной ревизии назначается полная ревизия трубопровода.

При полной ревизии разбирается весь трубопровод полностью, проверяется состояние узлов труб и деталей, а также арматуры, установленной на трубопроводе.

Все трубопроводы и их участки, подвергавшиеся в процессе ревизии разборке, резке и сварке, после сборки подлежат испытанию на прочность и плотность.

После проведения ревизии составляются акты, к которым прикладываются все протоколы и заключения о проведенных проверках. Результаты ревизии заносятся в паспорт трубопровода. Акты и остальные документы прикладываются к паспорту.

После истечения проектного срока службы независимо от технического состояния трубопровод должен быть подвергнут комплексному обследованию (экспертизе промышленной безопасности) с целью установления возможности и сроков дальнейшей эксплуатации, определения необходимости ремонта или прекращения эксплуатации.

Во время эксплуатации следует принять необходимые меры по организации постоянного и тщательного контроля за исправностью арматуры, а также за своевременным проведением ревизий, ремонта и диагностирования.

Ревизию и ремонт трубопроводной арматуры, в том числе и обратных клапанов, а также приводных устройств арматуры (электро-, пневмо-, гидропривод, механический привод), как правило, производят в период ревизии трубопровода.

Сроки проведения испытания для трубопроводов с давлением до 10 МПа принимаются равными удвоенной периодичности проведения ревизии, но не реже одного раза в 8 лет.

Сроки проведения испытания для трубопроводов с давлением свыше 10 МПа должны быть не реже:

- для трубопроводов с температурой до 200°С - один раз в 8 лет;
- для трубопроводов с температурой свыше 200°С - один раз в 4 года.

Для стальных трубопроводов, работающих при давлении до 0,5 МПа или имеющих температуру стенок выше 400°С, давление при испытании должно составлять 1,5 р (р — рабочее давление), но не менее 0,2 МПа; для стальных трубопроводов, находящихся под давлением от 0,5 МПа и выше, — 1,25 р, но не менее (р + 0,3) МПа; для прочих трубопроводов — 1,25 р, но не менее 0,2 МПа. Вакуумные трубопроводы испытывают под гидравлическим давлением 0,2 МПа.

Трубопровод должен находиться под испытательным давлением в течение 10 мин, после чего давление снижают до рабочего. При рабочем давлении наружный осмотр трубопровода проводят снова.

Результаты гидравлического испытания считают удовлетворительными, если не произошло падения давления по манометру, а в сварных швах, трубах и корпусах арматуры не обнаружено признаков разрыва, течи и запотевания. В отдельных случаях гидравлическое испытание заменяют пневматическим.

На время проведения пневматических испытаний на прочность как внутри помещений, так и снаружи необходимо установить безопасную охраняемую зону. Минимальное расстояние зоны должно составлять не менее 25 м при надземной прокладке трубопровода и не менее 10 м — при подземной. Границы зоны ограждаются и обозначаются согласно документации на испытания.

При проведении испытания на прочность и плотность допускается применение акустико-эмиссионного контроля.

Результаты периодических испытаний трубопроводов оформляются в установленном порядке.

Трубопроводы комплектуются следующей технической документацией:

- перечень трубопроводов;
- проектная документация (в том числе расчеты);
- паспорт трубопровода и эксплуатационные документы;
- исполнительная схема трубопроводов с указанием на ней марки стали, диаметров и толщин труб, протяженности трубопровода, расположения опор, компенсаторов, подвесок, арматуры, воздушников и дренажных устройств, сварных соединений, указателей для контроля тепловых перемещений и проектных величин перемещений, устройств для измерения ползучести (для трубопроводов,

которые работают при температурах, вызывающих ползучесть металла), контрольных засверловок (если они имеются), их нумерации;

- акты ревизии и отбраковки элементов трубопровода;
- удостоверение о качестве ремонтов трубопроводов, в том числе журнал сварочных работ на ремонт трубопроводов, подтверждающие качество примененных при ремонте материалов и качество сварных стыков;
- документация по контролю металла трубопроводов, работающих в водородсодержащих средах;
- акт периодического визуального осмотра трубопровода;
- акт испытания трубопровода на прочность и плотность;
- акты на ревизию, ремонт и испытание арматуры;
- эксплуатационные журналы трубопроводов;
- акты отбраковки;
- журнал установки-снятия заглушек;
- журнал термической обработки сварных соединений трубопроводов;
- заключение о качестве сварных стыков;
- заключения обследований, проверок.

Контрольные вопросы

1. Какие меры безопасности предусмотрены при прокладке трубопроводов?
2. Как классифицируется арматура трубопроводов в зависимости от назначения?
3. Какая опознавательная окраска применяется на трубопроводах?
4. Какая установлена периодичность проведения ревизий трубопроводов в зависимости от скорости коррозии?
5. Какой технической документацией комплектуются трубопроводы?

Глава 14. Безопасность эксплуатации производственного транспорта, грузоподъемных машин и механизмов

14.1. Общие сведения

На предприятиях для перемещения твердых сырьевых и вспомогательных материалов, изделий, заготовок, топлива используют различные виды периодического и непрерывного транспорта.

Периодическое транспортирование осуществляется с помощью рельсового, безрельсового транспорта и подвесных дорог.

К рельсовому транспорту относят мостовые, козловые (портальные) краны, вагонетки, тепловозы, электровозы и пр. Безрельсовые виды транспорта – автокраны, автопогрузчики, автотележки и т.п. с двигателями внутреннего сгорания и колесные транспортные средства с электроприводом (аккумуляторные и троллейные). К ним относятся электропогрузчики, электротележки, электроштабелеры, электротягачи и др. Подвесные дороги (пути) используются для транспортировки сырья, материалов, продукции по полосовым или трубчатым направляющим, установленным в свободной верхней зоне производственных помещений. Безрельсовый напольный транспорт является наиболее гибким, т.к. позволяет доставлять

грузы в любую точку здания, помещения. Однако он представляет собой повышенную опасность для обслуживающего персонала.

Непрерывное транспортирование твердых материалов производится конвейерами различных типов (ленточный, вибрационный, винтовой, инерционный, качающийся, ковшовый, скребковый, люлечный, подвесной, пластинчатый, тележечный, роликовый, цепной и др.), пневмо-, индуктивным транспортом и т.п.

Пневматические транспортные устройства предназначены для транспортирования, погрузки и выгрузки сухих и мелкозернистых сыпучих материалов.

К преимуществам пневмотранспорта относят возможность транспортирования материалов по сложной пространственной схеме, отсутствие движущихся и вращающихся деталей, высокую степень герметизации и отсутствие потерь материала, легкость автоматизации процесса. Этот вид транспорта повышает безопасность, улучшает санитарно-гигиенические условия труда, обеспечивает пожаро- и взрывобезопасность производства, уменьшает количество обслуживающего персонала.

Недостатки этого способа – наличие повышенного износа элементов пневмотранспорта, необходимость очистки отработанного воздуха от пыли перед выбросом его в атмосферу, затруднения при транспортировке влажных, слеживающихся, гигроскопичных и липнущих материалов.

Пневмотранспортные устройства подразделяются на нагнетательные, всасывающие и эжекционные. Для обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий труда предпочтительнее использовать пневмотранспорт, работающий под разрежением.

Безопасность работы пневматических установок достигается: исправностью и правильной эксплуатацией компрессорной установки, выполнением технологических режимов пневмотранспорта материалов, автоматизированным их управлением с пульта, отводом статического электричества путем заземления пневмотранспортной системы, соблюдением инструкции по охране труда пневматического транспорта. Во время работы пневмотранспорта не допускается подходить ближе 1 м к его заборным устройствам.

В настоящее время широкое распространение получили автоматизированные системы перевозки продукции, материалов, заготовок. Автоматизированные перевозки осуществляются двумя видами транспорта: электрическим подвесным транспортом и напольным индуктивным транспортом.

Электрический подвесной транспорт – это самостоятельные автоматизированные транспортные системы, каждая из которых состоит из электрических подвесных тягачей, автоматически движущихся по разветвленной системе монорельсов, подвешенных между опорами. Грузоподъемность электрического подвесного транспорта – 500 кг, скорость движения – 20 м/мин, высота подъема – 80 мм.

Напольный индуктивный транспорт представляет собой самостоятельные автоматизированные транспортные системы, каждая из которых состоит из *индукторов* (индуктивно управляемых тележек), движущихся по определенным маршрутам при помощи электрических кабелей, проложенных в полу производственных помещений. На кабели подается переменный ток (частота 5–32 кГц). Вокруг

кабеля образуется концентрическое магнитное поле, улавливаемое двумя приемными катушками, установленными на индукматах, что обеспечивает движение их по строго определенному маршруту.

Индуматы оснащены аккумуляторными батареями и ЭВМ. Скорость индукматов при движении вперед – 4,0 км/ч, при движении назад – 1,0 км/ч. Рабочая программа индукматов задается путем нажатия кнопок на пульте управления или в месте вызова. ЭВМ опознает и координирует маршрут движения индукматов, а также может выдавать сведения об их местонахождении в любой период времени.

Безопасность электрического подвешного и напольного индуктивного транспорта достигается отсутствием работающих в зоне движения транспорта, исправностью оптической и механической блокировок, а также наличием системы постоянного контроля трассы движения тележек.

14.2. Напольный колесный безрельсовый транспорт

Наибольшее распространение из напольного колесного безрельсового транспорта на предприятиях республики получили автопогрузчики, электро-транспорт и грузовые тележки.

Безопасность эксплуатации напольного колесного безрельсового транспорта регламентируется Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации напольного колесного безрельсового транспорта, утвержденными постановлением МТиСЗ РБ 30.12.2003 г. №165.

Руководитель организации приказом назначает из числа специалистов лиц, ответственных:

- за выпуск на линию в исправном состоянии автопогрузчиков и электро-транспорта;
- за своевременный осмотр и ремонт автопогрузчиков, грузовых тележек с подъемными устройствами и электротранспорта;
- по надзору за безопасной эксплуатацией автопогрузчиков, грузовых тележек с подъемными устройствами и электротранспорта;
- за исправное состояние тележек.

К управлению автопогрузчиком допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие водительское удостоверение на право управления автомобилем, прошедшие в установленном порядке специальную подготовку по профессии и получившие удостоверение на право управления автопогрузчиком, прошедшие обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Безрельсовые транспортные средства регистрируются в организации с присвоением им инвентарного номера. На погрузчики, грузовые тележки с подъемными механизмами, электроштабелеры отчетливо наносят видимые и легко читаемые надписи с указанием регистрационного номера, грузоподъемности, даты следующего технического освидетельствования.

Каждая тележка должна иметь табличку (надпись) с указанием даты осмотра, грузоподъемности, инвентарного номера, наименования структурного подраз-

деления. Автопогрузчики и электротранспорт должны быть закреплены за водителями приказом по организации.

Техническое обслуживание (ТО) автопогрузчиков, электротранспорта подразделяется на следующие виды:

- ежедневное (ЕО);
- первое ТО (ТО-1);
- второе ТО (ТО-2);
- сезонное ТО (СО) – для автопогрузчиков;
- годовое ТО (ГО) – для электротранспорта.

Тележки не реже одного раза в 3 месяца осматриваются лицом, ответственным за их исправное состояние.

Перед вводом в эксплуатацию, после ремонта грузоподъемного устройства и в процессе эксплуатации не реже одного раза в 12 месяцев погрузчики, грузовые тележки с подъемными устройствами, электроштабелеры подвергаются техническому освидетельствованию. Оно проводится лицом, ответственным по надзору за безопасной эксплуатацией безрельсовых транспортных средств.

Автопогрузчики и электротранспорт, выпускаемые на линию, должны иметь:

- устройства, исключающие возможность управления ими посторонними лицами;
- две тормозные системы – рабочую и стояночную;
- устройства сигнализации и освещения, обеспечивающие безопасность работы (звуковой сигнал, сигнал торможения, фары, указатели поворота, габаритные фонари);
- ограничители хода в механизмах подъема, опускания, наклона, смещения, выдвижения, поворота и других рабочих операций;
- устройства, предохраняющие механизм подъема от перегрузки;
- огнетушители (для автопогрузчиков).

Для выделения транспортных средств на окружающем фоне их окрашивают в сигнальный цвет, а выступающие их части, которые могут представлять опасность при эксплуатации, должны иметь предупредительную окраску по ГОСТ 12.4.026.

Передние колеса ручных тележек для перевозки грузов массой 300 кг и более должны быть управляемыми.

Высота укладки груза на вилах погрузчика должна обеспечивать обзорность водителя на открытых площадках на расстоянии не менее 8 м, на складах – не менее 5 м. Работа грузозахватного приспособления производится при скорости движения погрузчика не более 1 – 1,5 км/ч.

Скорость движения безрельсовых и других транспортных средств по территории организации, в производственных помещениях устанавливается работодателем и не должна превышать:

- в производственных помещениях – 5 км/ч;

- при въезде и выезде из ворот, на перекрестках, при выезде из-за угла здания, при переезде через железнодорожные пути, на поворотах, при движении задним ходом – 3 км/ч;

- при минимальном радиусе разворота – 2 км/ч, а при ограниченной обзорности места разворота – 1 - 1,5 км/ч.

Дистанция между движущимися безрельсовыми транспортными средствами должна быть не менее 10 м. При проведении разгрузки или погрузки вблизи здания расстояние между зданием и транспортным средством с грузом должно быть не менее 0,8 м.

Водители погрузчиков должны обеспечиваться СИЗ, в т.ч. защитными касками.

14.3. Транспортные средства непрерывного действия

Межотраслевые правила охраны труда при эксплуатации конвейерных, трубопроводных и других транспортных средств непрерывного действия, утвержденные постановлением МТ и СЗ РБ 10.04.2007 г. №54, устанавливают государственные нормативные требования охраны труда на транспортных средствах непрерывного действия.

Безопасность эксплуатации транспортных средств непрерывного действия обеспечивается:

- выбором их типа и конструктивного исполнения, соответствующим условиям использования;

- применением средств автоматизации и дистанционного управления, средств защиты;

- выполнением эргономических требований;

- включением требований безопасности в техническую документацию.

В конструкцию транспортных средств должны входить необходимые ограждения, блокировки, сигнализация. Отказ отдельных элементов средств защиты не должен прекращать защитного действия других средств или создавать какие-либо дополнительные опасности. Поверхности органов управления, предназначенных для действия в аварийных ситуациях, должны быть окрашены в красный цвет.

На практике наиболее широко используются ленточные конвейеры.

Конвейеры малой протяженности (до 10 м) в головной и хвостовой частях должны быть оборудованы аварийными кнопками грибкового типа «Стоп» для его остановки. Конвейеры с открытой трассой в местах повышенной опасности, а также конвейеры большой протяженности (более 10 м) должны быть дополнительно оборудованы выключающими устройствами с шагом расположения не более 8 м, позволяющими останавливать конвейер в аварийных ситуациях с любого места по его длине со стороны прохода для его обслуживания. Места возможного защемления рук работающих защищаются ограждением не менее чем на 90 мм в каждую сторону от опасной зоны.

Для обеспечения безопасной эксплуатации, обслуживания, ремонта конвейеров за ними закрепляются соответствующие специалисты.

Скорость движения ленточного конвейера при ручной грузоразборке должна быть не более 0,5 м/с – при массе обрабатываемого груза до 5 кг и 0,3 м/с – при массе наибольшего груза более 5 кг. Скорость ленты ленточных конвейеров в пожароопасных помещениях не должна превышать 2,5 м/с, а для взрывоопасных – 2 м/с.

Тросовые выключатели должны размещаться на конвейере со стороны прохода. Для снятия с ленточного конвейера статического электричества можно предусмотреть статический токосъемник в месте сбегавшей части конвейерной ленты у приводного шкива или натяжного ролика. При работе предельное отклонение борта конвейерной ленты от прямой линии не должно превышать более 5% ширины ленты.

Перед пуском ленточного конвейера необходимо проверить:

- состояние конвейерной ленты и ее стыков;
- исправность световой и звуковой сигнализации;
- исправность сигнализирующих датчиков, блокировок;
- надежность работы устройств аварийного останова конвейер;
- правильность натяжения конвейерной ленты;
- наличие и исправность роликов;
- наличие защитного заземления оборудования;
- наличие и надежность ограждений приводных, натяжных и концевых барабанов.

Более подробную информацию по обеспечению безопасности различных видов непрерывного транспорта можно найти в ранее указанных Правилах.

14.4. Грузоподъемные машины и механизмы

Грузоподъемная машина — это подъемное устройство циклического действия с возвратно-поступательным движением грузозахватного органа в пространстве. Таким образом, грузоподъемные машины предназначены для перемещения грузов по вертикали и передачи их из одной точки пространства в другую. В основном их можно разделить на подъемники и краны.

Подъемники поднимают груз по определенной траектории, заданной жесткими направляющими. К подъемникам относятся, например, лифты (грузовые и для подъема людей).

Краном называется грузоподъемная машина, предназначенная для подъема и перемещения груза, подвешенного с помощью грузового крюка или другого грузозахватного органа.

Краны различают по конструктивному исполнению (мостовые, стреловые кабельного типа и др.), по виду грузозахватного органа (оборудованные крюком, грейфером, магнитным захватом и др.), по способу передвижения (стационарные, передвижные, самоходные и др.), по ходовому устройству (рельсовые, автомобильные, гусеничные и др.) и по другим признакам.

Для обеспечения безопасности подъемно-транспортные устройства проектируют и эксплуатируют в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (далее Правила по кранам),

Правил устройства и безопасной эксплуатации лифтов, стандартов ССБТ и др. Нормативные документы содержат следующие требования, обеспечивающие безопасность эксплуатации грузоподъемного оборудования:

- обеспечение надежности конструкции оборудования (выбор соответствующих запасов прочности материала, защита от коррозии и тепловых воздействий и т.п.);
- обязательное применение предохранительных устройств (ограничителей высоты подъема, массы поднимаемого груза, концевых выключателей механизмов передвижения, ловителей, тормозов, аварийных выключателей, ограничителей скорости и др.);
- регистрацию грузоподъемного оборудования в органах технадзора и его периодическое техническое освидетельствование;
- получение специальных разрешений (лицензий) на работы по проектированию, изготовлению, монтажу, эксплуатации, техническому диагностированию, реконструкции и ремонту грузоподъемных машин с применением сварки.

Все части грузоподъемных механизмов, представляющие опасность при эксплуатации (различные передачи, муфты, канатные блоки, троллейные провода и другие, доступные и находящиеся под напряжением части электрооборудования и т.п.), должны быть надежно ограждены.

Скорость передвижения кранов, управляемых с пола, не должна превышать 0,83 м/с (50 м/мин), а их тележек – 0,53 м/с (32 м/мин).

Уклон пути грузовых тележек у козловых и консольных кранов при наиболее неблагоприятном положении тележки с наибольшим рабочим грузом не должен превышать 0,003. Однако это не относится к кранам, у которых механизм передвижения тележки оборудован автоматическим тормозом нормально замкнутого типа или тележка перемещается канатной тягой.

Грузоподъемные машины с машинным приводом должны быть оборудованы устройствами (концевыми выключателями) для автоматической остановки:

- механизма подъема грузозахватного органа в его крайнем верхнем и нижнем положениях;
- механизма изменения вылета стрелы в крайних ее положениях;
- механизма передвижения грузоподъемных кранов по рельсам, если скорость крана перед подходом к крайнему положению может превысить 0,5 м/с.

Механизмы передвижения башенного, козлового крана пролетом более 16 м и мостового перегружателя должны быть оборудованы концевыми выключателями независимо от скорости передвижения; механизмов передвижения мостовых, козловых консольных кранов или их тележек, работающих на одном пути.

Концевой выключатель механизма подъема груза должен быть установлен так, чтобы после остановки захватного органа при подъеме без груза зазор между грузозахватным органом и упором был у электроталей не менее 50 мм, а у всех других грузоподъемных машин не менее 200 мм.

Стреловые самоходные, железнодорожные башенные и порталные краны для предупреждения их опрокидывания должны быть оборудованы ограничителями грузоподъемности, автоматически отключающими механизм подъема груза

и изменение вылета стрелы при массе груза, превышающего номинальную грузоподъемность более чем на 10%, а для башенных и порталных кранов – более чем на 15%.

Легкодоступные, находящиеся в движении части грузоподъемной машины, которые могут быть причиной несчастного случая, должны быть закрыты прочно укрепленными металлическими съёмными ограждениями, допускающими удобный осмотр и смазку. Обязательному ограждению подлежат:

- зубчатые, червячные и цепные передачи;
- соединительные муфты, расположенные в местах прохода;
- барабаны, расположенные вблизи рабочего места крановщика или в проходах, при этом ограждение барабанов не должно затруднять наблюдения за навивкой каната на барабан;
- вал механизма передвижения кранов мостового типа при частоте вращения 50 об/мин и более.

Основные требования к организации безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов заключаются в следующем.

Производство работ грузоподъемными машинами может осуществляться предприятиями и физическими лицами, являющимися владельцами грузоподъемных машин и имеющими лицензию органа технадзора на их эксплуатацию.

Руководители предприятий, занимающиеся эксплуатацией грузоподъемных машин, обязаны обеспечить лично или организовать содержание машин, съёмных грузозахватных приспособлений, тары в исправном состоянии и безопасную их работу в соответствии с Правилами по кранам.

Руководитель предприятия для выполнения указанных обязанностей должен назначить ответственных лиц за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии и за безопасное производство работ кранами из числа работников, имеющих соответствующую квалификацию.

Кроме того, на предприятиях и в организациях, осуществляющих эксплуатацию грузоподъемных машин, приказом руководителя должен быть назначен инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин, съёмных грузозахватных приспособлений и тары (лицо по надзору) после проверки у него знаний Правил.

При отсутствии лица по надзору его обязанности должен выполнять руководитель предприятия в полном объеме требований Правил.

Подготовка крановщиков, их помощников, слесарей, электромонтеров и стропальщиков должна производиться по разрешению органа технадзора в профессионально-технических училищах или учебно-курсовых комбинатах, в технических школах, создаваемых на предприятиях, располагающих необходимой базой для теоретического и практического обучения.

При работе грузоподъемной машины не допускается:

- вход в кабину грузоподъемной машины во время ее движения;
- нахождение людей возле работающего стрелового самоходного или башенного крана во избежание зажатия их между поворотной и неповоротной частями крана;

- перемещение груза, находящегося в неустойчивом положении или подвешенного за один рог двурогого крюка, и перемещение людей или груза с находящимися на нем людьми.

Регистрации в органах технадзора (инспекциях) до пуска в работу подлежат следующие грузоподъемные машины:

- краны всех типов, за исключением приведенных ниже;
- краны-экскаваторы, предназначенные для работы только с крюком, подвешенном на канате, или электромагнитом;
- грузовые электрические тележки с кабиной управления, передвигающиеся по наземным рельсовым путям.

Не подлежат регистрации в органах технадзора следующие грузоподъемные машины:

- краны всех типов с ручным приводом механизмов, а также краны, у которых при ручном приводе механизмов передвижения в качестве механизмов подъема применен пневматический или гидравлический цилиндр;
- краны мостового типа и передвижные или поворотные консольные краны грузоподъемностью до 10 т включительно, управляемые с пола посредством кнопочного аппарата, подвешенного на кране, со стационарного пульта, по радиоканалу или однопроводной линии связи;
- краны стрелового типа грузоподъемностью до 1 т включительно;
- краны стрелового типа с постоянным вылетом или без механизма поворота;
- переставные краны для монтажа мачт, труб, устанавливаемые на монтируемом сооружении;
- краны, установленные на экскаваторах и других технологических машинах, используемые только для ремонта этих машин;
- электрические тали и лебедки для подъема груза и (или) людей.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемной машины, подлежащей регистрации в органах технадзора, должно быть получено от этих органов в следующих случаях:

- перед пуском в работу вновь зарегистрированной грузоподъемной машины;
- после монтажа, вызванного установкой грузоподъемной машины на новом месте (кроме стреловых самоходных кранов);
- после реконструкции грузоподъемной машины;
- после ремонта или замены расчетных элементов или узлов металлоконструкций грузоподъемной машины с применением сварки; после установки порталного крана на новом месте работы.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемных машин, не подлежащих регистрации в органах технадзора, выдается лицом по надзору на основании документации завода-изготовителя и результатов технического освидетельствования.

Вновь установленные грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные приспособления, на которые распространяются Правила по кранам, до пуска в работу должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию. Грузоподъемные машины, подлежащие регистрации в органах технад-

зора, должны подвергаться техническому освидетельствованию до их регистрации.

Грузоподъемные машины, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию:

- частичному не реже одного раза в 12 месяцев;
- полному не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых машин.

Внеочередное полное техническое освидетельствование грузоподъемной машины должно проводиться после:

- монтажа машины на новом месте;
- ее реконструкции;
- ремонта или замены расчетных элементов или узлов, металлоконструкций с применением сварки;
- установки сменного стрелового оборудования или замены стрелы;
- капитального ремонта или замены грузовой (стреловой) лебедки;
- замены крюка или крюковой подвески (проводится только статическое испытание);
- замены несущих или вантовых канатов кранов кабельного типа;
- установки порталного крана на новом месте работы.

Техническое освидетельствование позволяет установить, что:

- грузоподъемная машина и ее установка соответствует требованиям Правил по кранам, паспортным данным и представленной для регистрации документации;
- грузоподъемная машина находится в исправном состоянии, обеспечивающем ее безопасную работу;
- организация надзора и обслуживания грузоподъемной машины соответствует требованиям Правил по кранам.

При *полном техническом освидетельствовании* грузоподъемная машина должна подвергаться осмотру, статическому и динамическому испытаниям.

При *частичном техническом освидетельствовании* статическое и динамическое испытания не проводятся.

При техническом освидетельствовании грузоподъемной машины должны быть осмотрены и проверены в работе ее узлы и механизмы, электрооборудование, приборы безопасности, тормоза, ходовые колеса и аппараты управления, а также проверено освещение, сигнализация и регламентированные Правилами габариты.

Кроме того, при техническом освидетельствовании грузоподъемной машины должны быть проверены: состояние металлоконструкций машины и ее сварных (клепаных) соединений; состояние крюка и его нарезной части, фактическое расстояние между крюковой подвеской и упором при срабатывании концевого выключателя механизма подъема; состояние изоляции и защиты ее от механических повреждений, проводов и заземления электрического крана с измерением их сопротивления; соответствие массы противовеса и балласта у крана стрелового типа; состояние кранового пути; состояние канатов и их крепления и т.д.

Статическое испытание грузоподъемной машины проводится нагрузкой на 25% превышающей ее грузоподъемность с целью проверки ее прочности.

Например, статическое испытание мостового крана и передвижного консольного проводится следующим образом. Кран устанавливается над опорами крановых путей, а его тележка (тележки) – в положение, отвечающее наибольшему прогибу. Груз захватывается крюком и поднимается на высоту 100 – 200 мм с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 минут. Затем груз опускается, после чего проверяется отсутствие остаточной деформации моста крана.

Кран считается выдержавшим испытание, если в течение 10 минут поднятый груз не опустится на землю, а также не будет обнаружено трещин, остаточной деформации и других повреждений металлоконструкций и механизмов.

Динамическое испытание грузоподъемной машины проводится грузом, на 10% превышающим грузоподъемность машины, с целью проверки действия ее механизмов и тормозов.

При динамическом испытании проводятся многократные подъемы и опускания груза, а также проверка действия всех других механизмов грузоподъемной машины при совмещении рабочих движений, предусмотренных инструкцией по эксплуатации.

Предельные нормы браковки элементов грузоподъемных машин представлены в табл. 14.1.

Браковка съемных грузозахватных приспособлений производится в соответствии с нормативной документацией, а при ее отсутствии – по нормам, приведенных в Правилах. В частности, канатный строп двойной свивки выбраковывается, если число видимых обрывов наружных проволок каната превышает нижеприведенные значения (d – диаметр каната, мм).

Цепной строп подлежит браковке при удлинении звена цепи более 3% от первоначального размера и при уменьшении диаметра сечения звена цепи вследствие износа более 10%.

Таблица 14.1. Предельные нормы браковки элементов грузоподъемных машин

Элементы	Дефекты, при наличии которых элемент выбраковывается
Ходовые колеса кранов и тележек	1. Трещины любых размеров 2. Выработка поверхности реборды до 50% первоначальной толщины 3. Выработка поверхности катания, уменьшающая первоначальный диаметр колеса на 2% 4. Разность диаметров колес, связанных между собой кинематически, более 0,5%.
Блоки	1. Износ ручья блока более 40% первоначального радиуса ручья
Барабаны	1. Трещины любых размеров 2. Износ ручья барабана по профилю более 2 мм.
Крюки	1. Трещины и надрывы на поверхности 2. Износ зева более 10% первоначальной высоты вертикального сечения крюка.
Шкивы тормозные	1. Трещины и обломы, выходящие на рабочие и посадочные поверхности 2. Износ рабочей поверхности обода более 25% первоначальной толщины.

Накладки тормозные	1. Трещины и обломы, выходящие Трещины и обломы, подходящие к отверстиям под заклепки 2. Износ тормозной накладки по толщине до появления головок заклепок или более 50% первоначальной толщины.
--------------------	---

Таблица 14.2. Границы выбраковки канатных строп

Число видимых обрывов проволок на участке канатного стропа длиной		
3d	6d	30d
4	6	16

Оценку безопасности использования канатов производят по следующим критериям:

-характер и число обрывов проволок, в том числе наличие обрывов проволок у концевых заделок, наличие мест сосредоточения обрывов проволок, интенсивность возрастания числа обрывов проволок;

-разрыв пряди;

-поверхностный и внутренний износ;

поверхностная и внутренняя коррозия;

-местное уменьшение диаметра каната, включая разрыв сердечника;

-уменьшение площади поперечного сечения проволок каната (потери внутреннего сечения);

-деформация в виде волнистости, корзинообразности, выдавливания проволок и прядей, раздавливание прядей, заломов, перегибов и т.п.;

-повреждение в результате температурного воздействия или электрического дугового разряда.

Канаты грузоподъемных машин, предназначенных для подъема людей, а также транспортирующих расплавленный или раскаленный металл, огнеопасные или ядовитые вещества, бракуют при вдвое меньшем числе обрывов проволок.

Ремонт грузоподъемных кранов должен проводиться в соответствии с ТКП 45-1.03-103-2009 «Краны грузоподъемные. Капитальный, полнокомплектный и капитально-восстановительный ремонты. Правила выполнения».

14.5. Погрузочно-разгрузочные работы

Межотраслевые правила по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ, утвержденные постановлением МТиСЗ РБ 12.12.2005 г. №173, устанавливают государственные нормативные требования охраны труда при погрузке грузов на транспорт, выгрузке с него, перегрузке с одного вида транспорта на другой, сортировке, перекладке и перемещении грузов на складах.

Для организации и проведения погрузочно-разгрузочных работ работодатель приказом из числа руководителей и специалистов назначает лицо ответственное за безопасное проведение этих работ. К выполнению погрузочно-разгрузочных работ допускаются лица, прошедшие медосмотр, обучение и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Погрузочно-разгрузочные и складские работы выполняются преимущественно механизированным способом при помощи грузоподъемных машин и средств механизации. При переноске тяжестей грузчиком (мужчины старше 18 лет) допускается максимальная нагрузка 50 кг. Более тяжелые грузы должны поднимать и перемещать не менее двух мужчин. Нормы предельно допустимых величин подъема и перемещения тяжестей вручную женщинами существенно ниже и регламентируется постановлением МЗ РБ от 13.10.2010 г. №133 (табл. 1.3). Грузы на носилках переносятся по горизонтальному пути на расстояние не более 80 м. Переносить грузы на носилках по лестницам не допускается.

Перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъемно-транспортных устройств или средств механизации, а на расстояние более 25 м оно должно быть механизировано.

При транспортировании тарно-штучных грузов необходимо применять пакетирование с использованием поддонов, контейнеров и других пакетирующих средств. Груз на поддоне не должен выступать более 20 мм с каждой стороны поддона; для прочных ящиков длиной более 500 мм это расстояние может быть увеличено до 70 мм.

При разгрузке сыпучих грузов из полувагонов на эстакадах, на путях, расположенных на высоте более 2,5 м, открытие люков следует производить со специальных мостков.

На тачках, тележках, носилках и других приспособлениях для транспортировки кислот или щелочей в стеклянной таре должны быть оборудованы гнезда по размеру тары, стенки которых оббиваются мягким материалом (войлоком, рогожей и т.п.). Переносить или перевозить грузы, содержащие кислоты, щелочи и другие химически активные вещества, допускается только в плетеных корзинах или деревянных обрешетках на специально приспособленных носилках или ручных грузовых тележках. Погрузка и разгрузка бутылей с этими веществами, установка их в транспортные средства должны проводиться двумя грузчиками. Переноска бутылей с кислотой на спине или на плечах запрещается.

При разгрузке топлива цистерна считается опорожненной, если топлива в ней осталось высотой не более 1 см. При заполнении емкости нефтепродуктами необходимо оставлять незаполненной от 2 до 5% объема емкости для демпфирования объемных температурных расширений нефтепродукта. При загрузке вагона бочками емкостью 50 и 100 л они должны устанавливаться на торец. Порожняя тара из-под нефтепродуктов складывается в штабеля длиной не более 10 м, шириной – 6 м, высотой – 2 м. Расстояние от верха штабеля до выступающих конструкций перекрытия склада должно быть не менее 0,5 м. Штабеля должны отстоять от стен не менее чем на 1 м, между штабелями разрыв должен быть не менее 2 м.

Перемещать баллоны со сжатыми и сжиженными газами разрешается только на специальных тележках или на носилках с гнездами для баллонов.

Контрольные вопросы

1. Какие виды производственного транспорта используются на предприятиях?

2. Что относится к напольным колесным безрельсовым транспортным средствам и какие требования безопасности к ним предъявляются?
3. Каковы преимущества и недостатки непрерывного транспорта, его виды и требования безопасности?
4. Какие требования безопасности предъявляются при устройстве грузоподъемного оборудования?
5. Как производится техническое освидетельствование грузоподъемных машин и механизмов?
6. Как определяются предельные нормы браковки элементов грузоподъемных машин и механизмов?
7. Какие основные требования безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов?
8. Назовите основные требования охраны труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ

Глава 15. Безопасность труда при проведении работ с повышенной опасностью

15.1. Общие положения

Анализ производственного травматизма показывает, что от 30 до 50% несчастных случаев с тяжелыми последствиями происходит при выполнении работ с повышенной опасностью.

Примерный перечень работ с повышенной опасностью включает 82 позиции. К ним относятся:

- работа в действующих электроустановках и на воздушных линиях связи;
- работы с подвесных люлек и люлек подъемников;
- работы в зонах действия токов высокой частоты, электростатического и электромагнитных полей;
- огневые работы;
- работы с опасными веществами;
- работы по добыче, транспортированию и переработке нефти, газа, конденсата;
- производство стекла и стеклоизделий;
- производство и применение химических волокон, стекловолокон и изделий из них, асбеста, мастик на битумной основе, стекло- и шлаковаты, перхлорвиниловых, бакелитовых и тому подобных материалов;
- производство изделий из пластмасс и резины;
- работы на высоте;
- работа в замкнутых пространствах, а также под водой и в траншеях на глубине более 2 м и многие другие.

Конкретный перечень работ с повышенной опасностью, выполняемых по наряду-допуску, устанавливает и утверждает работодатель по согласованию с Госпромнадзором.

Регламентирующим документом, определяющим порядок проведения работ с повышенной опасностью, являются Межотраслевые общие правила по охране труда, утвержденные постановлением МТ и СЗ 03.06. 2003 г. №70.

Наряд-допуск определяет место проведения работ с повышенной опасностью, их содержание, условия безопасного выполнения, время начала и окончания работ, состав бригады или лиц, выполняющих работы, а также ответственных за эти работы.

Наряд-допуск выдается на срок, необходимый для выполнения заданного объема работ. При возникновении в процессе работ опасных производственных факторов, не предусмотренных в наряде-допуске, работы прекращаются, наряд-допуск аннулируется. Возобновление выполнения работ производится после выдачи нового наряда-допуска.

Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах. Первый экземпляр находится у должностного лица его выдавшего, второй – у руководителя работ. Перечень должностных лиц, имеющих право выдачи наряда-допуска, утверждается приказом работодателя.

Перед допуском к работе ответственный руководитель работ знакомит работающих с мероприятиями по безопасному производству работ, проводит целевой инструктаж с записью в наряде-допуске. Он осуществляет контроль за выполнением предусмотренных в наряде-допуске мероприятий по обеспечению безопасности работ.

Срок хранения наряда-допуска составляет не менее 3 месяцев.

15.2. Огневые работы

К *огневым работам* относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, в результате проведения которых происходит искрообразование и нагревание до температуры, вызывающей воспламенение материалов и конструкций. Они включают электро- и газосварку, кислородную резку, пайку, лужение, заливку антифрикционных сплавов, применение открытого огня для выжигания отложений и покрытий, разогрев битума и пека, кузнечные работы, а также некоторые операции механической обработки металлов, сопровождающиеся искрением или разогревом обрабатываемой детали (сверление, резка ножовкой, обработка абразивными кругами и др.) и т.п.

Места проведения огневых работ могут быть постоянными и временными. Постоянные места проведения этих работ устанавливаются на предприятии согласно приказу руководителя и оборудуют в соответствии с нормами пожарной и технической безопасности, а также производственной санитарии. Требования к организации и проведению огневых работ, выполняемых на временных местах, установлены Правилами пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь (ППБ РБ 1.03-92), далее - Правила.

При проведении огневых работ в химической промышленности большая часть пожаров возникает в ходе газопламенных процессов, в случае несоблюдения правил безопасной эксплуатации кислородных и ацетиленовых баллонов.

Газопламенную обработку металлов проводят с применением высокотемпературного пламени, в котором металл нагревается до раскаленного или расплавленного состояния. Кислород и горючие газы подают, как правило, по стационарным трубопроводам, в особых случаях (при отсутствии стационарных сетей) - из баллонов. Сжатый кислород обладает высокой химической активностью. Горючие газы и пары образуют в смеси с кислородом легковоспламеняющиеся и детонирующие смеси. Широко используемый в качестве горючего газа ацетилен является самым взрывоопасным газом из всех горючих газов, применяемых для газопламенной обработки металлов.

Обработанные с помощью газопламенных процессов металлы обладают высокой теплопроводностью. Так, металлические трубы проводят тепло, поглощаемое в месте сварки, на значительное расстояние, что может вызвать воспламенение горючего материала, находящегося вне поля зрения сварщика. Неметаллические строительные материалы, являясь в большинстве случаев плохими проводниками теплоты, хорошо ее аккумулируют, вследствие чего могут образоваться застойные тепловые зоны, которые могут привести к воспламенению.

Кроме того, при сварке и резке образуются брызги металла, которые разлетаются на большие расстояния вокруг рабочего места. Разогретые частицы металла могут попадать в щели и отверстия в полах и стенах. Мелкие искры, обладающие незначительным теплосодержанием, менее опасны, чем крупные капли. Попадание раскаленных капель на горючие материалы может сразу вызвать пожар, а даже образовавшийся небольшой очаг тления может привести к воспламенению.

Опасность представляют неосторожно отброшенные раскаленные остатки электродов, масса и теплосодержание которых во много раз больше, чем у расплавленной капли металла.

При проведении электросварочных работ образуются искры, также являющиеся потенциальными источниками воспламенения. Причинами искрообразования могут быть: короткое замыкание в сети, питающей трансформатор, соприкосновение оголенных проводов с металлическими предметами, поврежденной изоляцией, заземленными металлическими аппаратами и конструкциями, замыкание в трансформаторе при повреждении изоляции первичной или вторичной обмотки. Температура отдельных частей электросварочного агрегата (трансформаторов, щеток, контактов вторичной цепи) не должна превышать 75°C.

Проведение огневых работ на действующих пожаро- и взрывоопасных объектах допускается лишь в исключительных случаях, когда ремонтируемое оборудование невозможно перенести в специально отведенные для этой цели постоянные места. На пожаро-, взрывоопасных объектах огневые работы выполняют только в дневное время. В аварийных ситуациях и с особого разрешения руководства предприятия огневые работы разрешается проводить в темное время суток. В этом случае площадка должна быть хорошо освещена.

Не допускается совмещение огневых работ с разборкой аппаратов, оборудования и трубопроводов, содержащих горючие и легковоспламеняющиеся продукты, а также их проведение в период опробования, пуска или останова установок, в которых имеются легковоспламеняющиеся вещества. Огневые работы несовместимы с работами по нанесению защитных антикоррозионных покрытий и лаков, содержащих легковоспламеняющиеся растворители.

Подготовка оборудования и места проведения огневых работ во взрывоопасных, взрывопожароопасных помещениях, зданиях, сооружениях осуществляется эксплуатационным персоналом по письменному разрешению начальника подразделения.

К работе приступают после оформления в двух экземплярах наряда-допуска, подписанного главным инженером предприятия, его заместителем по производству или начальником производства. Наряд-допуск должен быть согласован с представителем пожарной охраны предприятия.

В аварийных ситуациях разрешение на проведение огневых работ выдает начальник цеха (или замещающее его лицо). Он же руководит их выполнением.

После выполнения всех подготовительных работ, предусмотренных в распоряжении и наряде-допуске, лицо, ответственное за подготовку работ, ставит свою подпись в наряде-допуске и передает его ответственному за проведение огневых работ. Последний после проверки полноты проведения подготовительных

работ расписывается в наряде-допуске, выясняет у исполнителей состояние здоровья, проверяет наличие СИЗ, проводит целевой инструктаж, заполняет соответствующие графы наряда-допуска и докладывает руководителю подразделения о готовности к проведению огневых работ.

Разрешение на огневые работы после проверки места их проведения дает начальник подразделения, о чем расписывается в наряде-допуске. Допуск на проведение огневых работ осуществляет лицо, ответственное за их проведение после приемки оборудования и места производства работ, при положительном состоянии воздушной среды и разрешения начальника подразделения.

К проведению огневых работ допускаются работники, прошедшие соответствующую подготовку, проверку знаний, в том числе данных Правил, получившие удостоверение, талон о прохождении пожарно-технического минимума и ежегодно подтверждающие свои знания.

Персонал, занятый на огневых работах, должен уметь пользоваться средствами индивидуальной защиты и пожаротушения, знать взрыво-, пожароопасные свойства веществ, используемых на объекте, порядок действий и оповещения в случае пожара.

Ответственность за обеспечение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ возлагается на руководителей предприятий, цехов, участков, лабораторий и мастерских, на территории которых будут выполняться работы.

Наряд-допуск оформляется отдельно на каждый вид огневой работы и действителен в течение всего срока, необходимого для выполнения указанного в наряде-допуске объема работ.

В случае необходимости изменения вида, увеличения объема работы и расширения рабочего места оформляют новый наряд-допуск.

Огневые работы подразделяются на подготовительный и непосредственный этапы.

При подготовке к огневым работам начальник цеха совместно с ответственным за подготовку и проведение этих работ определяет опасную зону, границы которой обозначаются предупредительными знаками и надписями. Места сварки, резки и т.п. отмечают мелом, краской, бирками или другими хорошо видимыми опознавательными знаками.

Перед огневыми работами необходимо осмотреть окружающую рабочую зону пространство для выявления потенциальной опасности пожара, и особенно скрытой возможности его возникновения. Из опасной зоны убирают все горючие вещества. Те из них, которые невозможно удалить, защищают от огня и разлетающихся расплавленных капель металла и искр. При наличии сгораемых конструкций их защищают от возгораний металлическими или асбестовыми экранами.

Площадки, металлоконструкции, конструктивные элементы зданий, находящиеся в зоне проведения огневых работ, должны быть очищены от взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных продуктов на расстояние, которое зависит от высоты их проведения над уровнем пола и уровня прилегающей территории.

Поверхность оборудования и других конструкций необходимо очистить также от пыли, которая может оказаться горючей и в смеси с воздухом воспламениться.

Если в зоне проведения сварочных работ имеются щели, углубления или отверстия в соседние помещения (например, для прохода труб), их заполняют негорючими материалами, обладающими низкой теплопроводностью (глина, гипс, строительный раствор, смоченное асбестовое волокно), чтобы предотвратить пожар, который может возникнуть при попадании в них раскаленных капель металла или искр.

Особую осторожность следует соблюдать при сварке, кислородной резке и пайке труб, проходящих в соседние помещения. Даже при достаточном уплотнении отверстий и щелей существует опасность возгорания горючих веществ в соседнем помещении в результате чрезмерного разогрева труб. Кроме того, следует проверить и исключить возможность заполнения труб горючими веществами из соседнего помещения. Сгораемые изоляционные материалы с труб и других металлических конструкций в местах сварки предварительно снимают.

Огневые работы в резервуарах и на технологических трубопроводах можно проводить только после их освобождения от продукта, установления заглушек и продувки их паром или инертным газом.

К огненным работам приступают только после соответствующей подготовки к ним, при наличии оформленного акта о готовности оборудования к ремонту с выполнением огневых работ, соблюдения всех требований пожарной безопасности и очистки рабочего места от сгораемых материалов. Рабочие места должны быть снабжены необходимыми первичными средствами пожаротушения. Сливные воронки, выходы из лотков и другие устройства, связанные с канализацией, в которых могут быть горючие газы и пары, должны быть перекрыты, монтажные проемы и отверстия в перекрытиях и стенах закрыты несгораемым материалом.

На месте проведения огневых работ должны быть приняты меры по недопущению разлета искр.

Работники имеют право приступить к работе после личной проверки выполнения всех мероприятий по безопасности, указанных в наряде-допуске на огневые работы, и только в присутствии руководителя, ответственного за проведение этих работ.

Сварку и газорезку разрешено проводить только в спецодежде, защитных очках и специальных щитках. Запрещается использование спецодежды со следами масла, бензина, керосина и других горючих жидкостей.

Во взрывоопасных, взрывопожароопасных помещениях, зданиях, сооружениях при подготовке оборудования, конструкций к огненным работам должен быть организован контроль за состоянием воздушной среды. Результаты анализа заносятся в соответствующий пункт наряда-допуска.

Огневые работы немедленно прекращают, если в процессе их выполнения обнаруживается появление паров нефтепродуктов на рабочем месте или создаются условия, вызывающие пожаро- и взрывоопасность.

Запрещается производить сварку, резку, пайку или нагрев открытым огнем оборудования и коммуникаций, находящихся под электрическим напряжением, заполненных горючими или токсичными веществами, а также находящихся под давлением. Огневые работы внутри резервуаров выполняют при полностью открытых люках (лазах).

При проведении огневых работ не допускается соприкосновение электропроводов с баллонами со сжатыми, сжиженными и растворенными газами.

Запрещается производить сварочные работы с приставных лестниц и пользоваться во время работы неисправным инструментом и незаземленным сварочным оборудованием.

При возникновении загорания и другой аварийной ситуации в первую очередь отключают газосварочное оборудование, применяют меры по тушению очага загорания и вызывают пожарную охрану.

При проведении сварочных работ необходимо вести наблюдение за местом работы и прилегающей территорией, так как сварщик не всегда может заметить воспламенение. В необходимых случаях устанавливают пост пожарной охраны, и в особо ответственных случаях — боевой расчет с пожарным автомобилем. Надзор также можно поручить подготовленным членам добровольной пожарной дружины. Время от времени участки, подвергающиеся нагреванию, поливают водой. Место проведения огневых работ должно быть обеспечено достаточным количеством воды и огнетушителями.

Проводить огневые работы запрещается:

- при неисправных средствах проведения работ;
- на свежеекрашенных поверхностях оборудования, конструкций;
- на аппаратах, коммуникациях, заполненных горючими и токсичными веществами;
- на аппаратах, находящихся под давлением или под электрическим напряжением;
- при отсутствии на месте проведения работ средств пожаротушения.

Во время проведения огневых работ в цехе, помещении, на наружной установке запрещается:

- проведение окрасочных работ;
- осуществление технологических операций с разгерметизацией оборудования, содержащего взрывопожароопасные и токсичные вещества;
- выполнение операций по сливу и наливу горючих жидкостей в резервуарах, расположенных в одном обваловании;
- проведение других мероприятий, которые могут привести к возникновению взрывов и пожаров из-за загазованности или запыленности мест, где проводятся огневые работы.

После окончания огневых работ ответственный за их проведение расписывается в наряде-допуске и передает его для приемки оборудования начальнику смены (установки). Лицо, принявшее оборудование после выполненных работ, обязано обеспечить контроль за местами проведения временных огневых работ в течение трех часов после их окончания.

Места, наиболее подвергшиеся опасности, необходимо полить водой, тщательно обследовать всю рабочую зону, а также близлежащие места (рядом, над и под ней), чтобы удостовериться в отсутствии тлеющих участков, очагов пожара, запаха гари и дыма. Наблюдение за местом работы и окружающими его участками продолжается в течение всей дневной смены. Если огневые работы выполнялись во второй половине дня или поздно вечером, место работы должно быть объектом наблюдения и в ночное время.

При проведении газопламенной обработки внутри аппаратов при недостаточной вентиляции возникает опасность отравления работающих оксидами азота, которые образуются при высокой температуре в результате окисления азота воздуха или примесей в кислороде и ацетилене у ядра пламени.

При сварке металлов, покрытых жировыми пятнами, образуется акролеин, кратковременное воздействие малых количеств которого вызывает жжение в глазах, слезотечение, конъюнктивит, кашель. При проведении огневых работ следует учитывать возможность опасного воздействия паров свинца, оксида цинка, кадмия и марганца.

Огневые работы в емкостях проводят при полностью открытых люках (лазах) и воздухообмене, обеспечивающем нормальный воздушный режим в зоне работы. Обмен воздуха в емкостях и аппаратах должен составлять 3000—5000 м³ на 1 м³ сжигаемого ацетилена. При значительном объеме удаляемого из аппаратов воздуха оборудуют приточную вентиляцию. В холодное время года подаваемый в аппарат воздух подогревают до 15-18°С. Пары металлов и их оксиды удаляют с помощью местных отсосов (гибких рукавов диаметром не менее 125 мм), расположенных на уровне изделия или ниже с тем, чтобы отсасываемые газы миновали сварщика на пути в вытяжное устройство. Количество воздуха, удаляемого местным отсосом, должно составлять 1700—2500 м³/ч.

Контроль за соблюдением мер безопасности при проведении огневых работ возлагается на объектовую пожарную службу и службу охраны труда

При нанесении защитных покрытий на внутренние поверхности емкостей, которые сопровождаются выделением вредных и взрывоопасных продуктов, следует предусматривать принудительное удаление этих продуктов.

15.3. Работы на высоте

К работам на высоте относятся работы, при которых работающий находится на расстоянии менее 2 м от не огражденных перепадов по высоте 1,3 м и более.

Требования безопасности таких работ регламентированы Правилами охраны труда при работе на высоте, утвержденными постановлением МТиСЗ от 28.04.2001 г. № 52. Межотраслевой типовой инструкцией по охране труда при работе на высоте, утвержденной постановлением МТиСЗ 27.12.2007 г. №187.

К выполнению работ на высоте допускаются работники не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию по профессии (специальности), прошедшие медосмотр, обучение безопасным методам и приемам работы, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Правилами установлен также порядок безопасного выполнения и *верхолазных работ* – работ, проводимых на высоте более 5м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, при которых основным средством защиты от падения с высоты служит предохранительный пояс. К верхолазным работам могут быть допущены работники не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр и признанные годными для выполнения таких работ, имеющие стаж верхолазных работ не менее года и тарифный разряд не ниже третьего.

При проведении работ на высоте должны устанавливаться ограждения и обозначаться границы опасных зон, которые определяются в соответствии с Правилами. Не допускается выполнение таких работ на открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе или тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ. Рабочие места и проходы к ним, расположенные на высоте более 1,3 м и расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте ограждаются временными инвентарными ограждениями.

Согласно Правилам для работы на высоте используются специальные устройства: леса, подмости, стремянки, переносные лестницы, площадки, трапы, ограждения. Работы на высоте должны выполняться с настилов лесов, имеющих соответствующие ограждения. При невозможности устройства этих ограждений работы на высоте следует выполнять с использованием предохранительных поясов и канатов страховочных.

Леса, подмости и другие приспособления для проведения работ на высоте должны быть изготовлены по типовым проектам, иметь паспорт завода-изготовителя и взяты организацией на инвентарный учет. Леса проектируются на максимальную нагрузку с коэффициентом запаса прочности не менее четырех. Высота перил ограждения подмостей должна быть не менее 1,1 м, бортового ограждения настила рабочей площадки – не менее 0,15 м. Для подъема и спуска людей подмости оборудуются лестницами.

На лестницах указывается инвентарный номер, дата следующего испытания, принадлежность цеху. Перед эксплуатацией лестницы испытываются статической нагрузкой 1200 Н (12кгс), приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы, находящейся в эксплуатационном положении. В процессе эксплуатации деревянные (веревочные и пластмассовые) лестницы подвергаются испытанию один раз в полгода, а металлические – один раз в год. Дата и результаты периодических испытаний лестниц и стремянок фиксируются в журнале учета и испытаний лестниц.

Не допускается работать на приставных лестницах и стремянках:

- двух верхних ступенек (на стремянках без перил и упоров);
- более одного человека;
- сращивать более двух деревянных приставных лестниц;
- устраивать дополнительные опорные сооружения из ящиков, бочек и т. п. в случае недостаточной длины лестницы;
- устанавливать приставные лестницы под углом более 75° (оптимальные углы установки — 68-75°) к горизонтали без дополнительного крепления их верхней части;

- поднимать и опускать груз по приставной лестнице и оставлять на ней инструмент;
- работать на приставных лестницах и стремянках около и над вращающимися механизмами, работающими машинами, транспортерами и т.п.;
- с использованием электрического и пневматического инструмента, строительно-монтажных пистолетов;
- выполнять газо-, электросварочные работы; при натяжении проводов и для поддержания на высоте тяжелых деталей и т. п.

Для выполнения таких работ следует применять строительные леса или стремянки с верхними площадками, огражденными перилами.

При работе с подвесных, приставных и раздвижных лестниц на высоте более 1,3 м следует применять испытанный предохранительный пояс, который закрепляется за конструкцию сооружения или за лестницу при условии надежного ее крепления к конструкции.

Устанавливать лестницу на ступени маршей лестничной клетки не допускается. В случае необходимости на лестничных клетках должны быть сооружены подмости.

Кроме общих средств индивидуальной защиты работающих, предусмотренных типовыми отраслевыми нормами, для предотвращения падения с высоты при таких работах используются следующие СИЗ:

- предохранительные пояса, которые перед выдачей в эксплуатацию, а также через каждые 6 месяцев должны подвергаться испытанию установленной статической нагрузкой;
- предохранительные верхолазные устройства, которые после каждого случая срабатывания, а также периодически в процессе эксплуатации через каждые 6 месяцев должны проходить освидетельствование и испытание;
- ловители с вертикальным канатом или другими устройствами;
- канаты страховочные, которые перед эксплуатацией и через каждые 6 месяцев должны испытываться статической нагрузкой;
- каски защитные с обязательным применением подбородочного ремня. Они должны подвергаться ежедневному осмотру;
- карабин предохранительный.

Работающие без положенных СИЗ или с неисправными средствами к работе не допускаются.

15.4. Работы в аппаратах, колодцах и других емкостных сооружениях

Работа внутри аппаратов, цистерн, колодцев, коллекторов и других емкостных сооружений относится к числу особоопасных. В замкнутых объемах могут оказаться или внезапно образоваться токсичные или взрывоопасные пары или газы. Из-за недостаточной освещенности и плохой слышимости эвакуация работающих при возникновении опасной ситуации затруднена. Поэтому проведение работ в замкнутом пространстве требует особо тщательной подготовки и строго регламентируется.

К выполнению работ в емкостных сооружениях допускаются лица мужского пола, достигшие 18-летнего возраста, имеющие соответствующую профессиональную подготовку, прошедшие медосмотр, обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Требования безопасности при выполнении работ внутри емкостных сооружений регламентируется Межотраслевой типовой инструкцией по охране труда при выполнении работ внутри колодцев, цистерн и других емкостных сооружений, утвержденной постановлением МТиСЗ 30.12.2008 г. №214, отраслевыми и локальными ТНПА.

В наряд-допуск включают порядок открытия люка (входа) емкостного сооружения, спуска и эвакуации из него работников с применением в необходимых случаях средств механизации (треноги, грузовой лебедки), схема размещения шлангов, заборных патрубков противогозов, страховочных канатов (веревки); обеспечение средствами связи и сигнализации и другие дополнительные меры безопасности.

Работы должны быть обеспечены газоанализаторами и необходимыми исправными приспособлениями и инструментами, не создающими искр. При необходимости для производства работ предусматриваются штанги-вилки для открывания задвижек, шесты для проверки прочности крепления скоб или стационарных лестниц, переносные инвентарные лестницы, крючки для открывания люков (крышек), вентиляторы с механическим или ручным приводом и др. Вентиляторы должны обеспечивать полный обмен воздуха в течение 10-15 минут.

Для обеспечения быстрой эвакуации работающего, в случае необходимости, все лазы и люки в аппаратах должны быть открыты, а выходы из них — свободны.

Перед началом работы прежде всего необходимо удалить из емкости остатки жидкостей, паров и газов, а также выполнить необходимые анализы воздушной среды.

Работа в емкости проводится бригадой, состоящей не менее чем из трех человек: один работает внутри емкости, второй наблюдает за его работой снаружи и в случае необходимости вместе с третьим оказывают помощь находящемуся внутри. Не допускается отвлекать на другие работы наблюдающего работника до тех пор, пока первый работник не поднимется из емкости на поверхность. Наблюдатель должен быть экипирован также, как и работник, находящийся внутри емкости, иметь при себе шланговый или изолирующий противогоз (дыхательный аппарат) в положении «наготове».

Перед спуском в аппарат или колодец рабочие проходят инструктаж, проверяют в присутствии руководителя работы подгонку маски к лицу, надевают спасательный пояс с сигнальной веревкой, берут аккумуляторную включенную взрывозащищенную электролампу напряжением 12 В и осторожно, не имея в руках никаких предметов, спускаются в емкость. Необходимый для работы инструмент опускают в емкость в специальной сумке.

Работу выполняют в шланговом противогазе, обслуживаемом дублером, который следит за правильным положением шланга, подачей воздуха, поддерживает связь с исполнителем при помощи сигнальной веревки, прикрепленной к поясу работающего в емкости. Дублер должен иметь комплект шлангового противогаза, готового к применению, с маской, подогнанной к лицу, чтобы в случае необходимости быстро войти в опасную зону для оказания помощи пострадавшему.

При попытке работающего снять маску противогаза или других нарушениях правил охраны труда при работе в закрытой емкости (неисправность шланга, остановка воздухоудувки и т.п.) все операции следует немедленно прекратить, а работника удалить из емкости.

В случае отравления пострадавшего необходимо извлечь из опасной зоны, освободить от стесняющей дыхание одежды, обеспечить ему доступ свежего воздуха, покой и тепло, дать понюхать нашатырный спирт. При необходимости нужно сделать искусственное дыхание. В случае попадания нефтепродуктов в глаза следует немедленно промыть их большим количеством воды.

Неотложную медицинскую помощь вызывают даже при удовлетворительном самочувствии пострадавшего.

О выявлении утечки нефтепродуктов и загазованности следует немедленно сообщить непосредственному руководителю и в пожарную службу.

Время пребывания в емкости определяется условиями работы и нарядом-допуском. Как правило, срок одноразового нахождения рабочего в емкости не должен превышать 15 мин, после чего он должен отдыхать вне емкости не менее 15 мин. При подъеме работника из емкостного сооружения страховочный канат (веревка) выбирается одновременно с подъемом работника так, чтобы не было провисания каната.

Работу внутри топок, печей, дымоходов и горячих аппаратов можно выполнять только после охлаждения оборудования до 30°C. В случае проведения кратковременных работ при более высокой температуре применяют дополнительные меры безопасности, например, непрерывную обдувку свежим воздухом, использование теплоизолирующих несгораемых костюмов и теплоизолирующей обуви, более частые перерывы в работе. Проведение работ при температуре выше 50°C запрещено.

15.5. Газоопасные работы

При производстве газоопасных работ должны выполняться требования, изложенные в Типовой инструкции по организации безопасного проведения газоопасных работ, утвержденной Госгортехнадзором СССР 20.02.1985 г., Типовой инструкции по организации безопасного проведения газоопасных работ на предприятиях концерна «Белнефтехим», утвержденной вышеупомянутым концерном 07.07.1999 г., а также требования других ТНПА в зависимости от характера выполняемых работ.

К *газоопасным* относятся работы, связанные с осмотром, чисткой, ремонтом, разгерметизацией технологического оборудования, коммуникаций, в том числе работы внутри емкостей, при проведении которых имеется или не исключается возможность выделения в рабочую зону взрыво- и пожароопасных или вредных паров, газов и других веществ, способных вызвать взрыв, загорание, оказать вредное воздействие на организм человека, а также работы, которые проводятся при недостаточном содержании кислорода (объемная доля ниже 20%).

В организации по каждому цеху (производству) должен быть разработан перечень газоопасных работ:

- проводимых с оформлением наряда-допуска;
- без его оформления, но с обязательной регистрацией таких работ перед их началом в журнале установленной формы;
- вызванных необходимостью ликвидации или локализации аварийных ситуаций или аварий.

Перечень газоопасных мест и газоопасных работ утверждает главный инженер предприятия с указанием наименования выделяющихся токсичных и газоопасных веществ. В газоопасных местах вывешивают соответствующие плакаты и предупредительные знаки.

Газоопасные работы должны производиться только в дневное время (за исключением аварийных случаев). При необходимости проведения этих работ в ночное время или внутри емкости для местного освещения следует пользоваться аккумуляторным фонарем напряжением не выше 12 В во взрывозащищенном исполнении, включение и выключение которого осуществляется вне взрывоопасной зоны.

К выполнению газоопасных работ могут быть привлечены специально обученные работники, имеющие навыки по оказанию доврачебной медицинской помощи, спасению пострадавших и способные выполнять работу в средствах индивидуальной защиты органов дыхания, а также знающие свойства веществ в местах проведения работ.

Место проведения газоопасных работ должно быть обеспечено исправными средствами пожаротушения и средствами индивидуальной защиты, соответствующими инструментами и приспособлениями, предназначенными для обеспечения безопасности исполнителей.

Наряд-допуск выдается на каждое место и вид работы каждой бригаде, который действителен в течение смены. Если работа оказалась незаконченной, а условия ее проведения не ухудшились и характер не изменился, наряд-допуск может быть продлен на следующую смену с подписями лиц, выдавших наряд – допуск.

Ответственность за организацию безопасного проведения работ в цехе несет его начальник.

Приступать к газоопасным работам разрешается только после согласования с пожарной охраной, по завершении всех подготовительных мероприятий и после проведения инструктажа.

Контроль за организацией газоопасных работ на предприятии осуществляет служба охраны труда.

Перед проведением газоопасных работ выполняют комплекс подготовительных работ, предусмотренных в наряде-допуске.

Сначала, строго придерживаясь технологического регламента, останавливают, отключают от коммуникаций и обесточивают установку или всю технологическую цепочку. В зависимости от условий производства доводят давление (или вакуум) до атмосферного, температуру - до наружной, удаляют из оборудования сырье, продукты реакции, теплоносители, хладагенты и другие вещества, очищают оборудование от грязи и шлама, затем обезвреживают (нейтрализуют) аппаратуру, продувают азотом или инертным газом, паром или воздухом, промывают водой, вентилируют и отключают от системы с помощью специальных заглушек. При подготовке аппаратуры к ремонту систематически анализируют воздушную среду в аппаратах и около них.

Емкости, подлежащие вскрытию, осмотру, чистке и ремонту, должны быть освобождены от продукта, отключены от действующего оборудования и системы трубопроводов с помощью стандартных заглушек (согласно схеме, прилагаемой к наряду-допуску) и, в зависимости от свойств находившихся в них химических продуктов, промыты, пропарены острым паром, продуты инертным газом и чистым воздухом.

Перед началом работ внутри емкостей и на все время их проведения в зоне газоопасных работ на видном месте вывешивается плакат "Газоопасные работы", который снимают после их окончания и только с разрешения ответственного за проведение работ.

Ответственный за проведение подготовительных работ проверяет данные анализа воздушной среды по завершении подготовительных мероприятий. Результаты анализа воздушной среды оформляют в виде справки по установленной форме.

Ответственный за проведение газоопасных работ перед их началом лично проверяет завершение подготовительных работ, инструктирует работников о необходимых мерах безопасности, проверяет их умение пользоваться средствами индивидуальной защиты, знание безопасных приемов работы и методов оказания первой помощи пострадавшим. О проведенном инструктаже каждый исполнитель работ расписывается в наряде-допуске.

При проведении работ внутри емкости наблюдающий должен находиться у люка (лаза) емкости в таком же снаряжении, как и работающий, имея при себе изолирующий противогаз в положении "наготове".

При этом он обязан:

- следить за сигналами и поведением работающих;
- следить за состоянием воздушного шланга противогаза и расположением воздухозаборного устройства;
- при необходимости вызывать к месту работ ответственного за проведение работ и представителя газоспасательной службы, используя доступные способы связи и сигнализации;

- спускаться в емкость для оказания помощи потерпевшему в изолирующем противогазе после предварительного оповещения ответственного за проведение газоопасных работ.

Для спуска рабочего в емкость, работы внутри емкости и подъема из нее применяемые переносные лестницы должны испытываться в установленном порядке и соответствовать условиям безопасности. Проверку исправности, устойчивости и надежности закрепления лестницы по месту работы проводят в присутствии ответственного за проведение работ.

Рабочий при спуске в емкость и при выходе из нее не должен держать в руках какие-либо предметы. Все необходимые для работы инструменты и материалы должны подаваться в емкость способом, исключающим их падение и травмирование работающих.

Если в действиях работающего внутри емкости наблюдаются отклонения от обычного поведения (признаки недомогания, попытка снять маску противогаза), а также при возникновении других обстоятельств, угрожающих его безопасности, работу следует немедленно прекратить, а рабочего из емкости эвакуировать.

После окончания работ внутри емкости ответственный за их проведение перед закрытием люков должен лично убедиться, что в емкости не остались люди, убран инструмент, материалы, не осталось посторонних предметов, и сделать об этом запись в соответствующем пункте наряда-допуска.

Проведение работ в колодцах, канализационных сетях, тоннелях и подобных им сооружениях необходимо согласовывать (под расписку в наряде-допуске) с начальниками цехов, технологически связанных с этими объектами, которыми должны быть приняты меры, исключающие залповые выбросы вредных и взрывоопасных продуктов в месте проведения работ.

На период проведения работ открытые люки колодцев должны быть ограждены, а в ночное время — освещены.

15.6. Очистные работы

Очистные работы в аппаратах и емкостях характеризуются высокой трудоемкостью и опасностью. Конструктивные и технологические возможности предотвращения отложений в аппаратуре весьма ограничены. Поэтому при очистке аппаратуры от загрязнений необходимо стремиться до минимума сократить ручной труд, внедряя следующие способы очистки:

- механический - размельчение осадков и отложений различными инструментами и механизмами
- гидромеханический — подача струи воды под давлением для размыва и выноса отложений и грязи;
- физико-химический — циркуляция специально подобранных растворителей в аппаратуре без ее вскрытия;
- выжигание отложений в струе воздуха без вскрытия аппаратов и др.

При очистке трубопроводов принимают специальные меры безопасности. Так как из горизонтальных участков трубопроводов и участков с пониженным уровнем спуск жидкости самотеком затруднен или невозможен, их продувают

инертным газом или паром, иногда воздухом. Если продуваемая среда свободно проходит через трубопровод, последний считают очищенным. Перед разъединением фланцев необходимо принять следующие меры предосторожности: надеть маску противогаса, закрыть шею воротником спецодежды, надвинуть рукава спецодежды на рукавицы. Несоблюдение этих правил может привести к серьезным травмам.

При отключении ремонтируемых аппаратов и емкостей от материальных и вспомогательных трубопроводов на трубопроводах между фланцами ставят *заглушки*. Отсоединение аппаратов от коммуникаций вентилями, задвижками и кранами ненадежно, так как возможна утечка продукта через неплотности в сальниках и прокладках. Более того, они могут оказаться случайно открытыми, и тогда в аппарате может образоваться токсичная или взрывоопасная смесь.

Заглушка должна иметь хвостовик, окрашенный в красный цвет. На хвостовик наносится номер заглушки, а на наружную цилиндрическую поверхность — маркировка. Установку и снятие каждой заглушки фиксируют в специальном журнале.

Установка и снятие заглушек является опасной операцией, ее выполняют работники газоспасательной службы или же это делается в их присутствии.

Для обеспечения безопасности проведения ремонтных работ большое значение имеет надежное отключение всего оборудования, машин и механизмов от источников, которые могут привести их в действие. При остановке на ремонт оборудования с вращающимися или движущимися деталями (мешалок, центрифуг, ленточных транспортеров и др.) осуществляют их двойное отключение, т.е. удаляют плавкие предохранители на распределительном щите, разъединяют муфты сцепления аппаратов, снимают приводные ремни от электродвигателей и т. п. На пусковых устройствах вывешивают запрещающий плакат: «Не включать, работают люди!».

Порядок зачистки резервуаров от остатков нефти и нефтепродуктов установлен Типовой инструкцией по организации безопасного проведения работ по зачистке резервуаров от остатков нефти и нефтепродуктов на предприятиях концерна «Белнефтехим», утвержденной концерном 30.09.1999 г.

Работы по зачистке резервуаров относятся к газоопасным работам, поэтому они должны выполняться в соответствии ранее указанными требованиями.

Зачистка резервуаров проводится только в дневное время, при этом начальник подразделения обязан не менее чем за 2 часа сообщить об этом в газоспасательную службу (ГСС) и службу охраны труда. Работы по зачистке регистрируются в ГСС, а при ее отсутствии в службе охраны труда. Номер регистрации в журнале должен соответствовать номеру наряда-допуска на газоопасные работы.

Технологический процесс зачистки резервуара включает следующие операции:

- удаление нефтепродуктов;
- подготовительные работы;
- удаление технологического остатка нефтепродуктов;

- дегазация резервуара для приведения газоопасной среды во взрывобезопасное состояние;

- мойка и зачистка внутренних поверхностей резервуара;

-удаление донных отложений;

-доводка внутренних поверхностей резервуара до требуемой степени чистоты

- контроль качества зачистки.

Средства механизированной откачки остатков нефтепродуктов, дегазации и зачистки резервуаров (электродвигатели насосов, вентиляторов, вентиляторы, пусковые устройства, электрические кабели и другое оборудование) должны быть во взрывозащищенном исполнении.

Для защиты от опасности возникновения статического электричества при использовании водяных струй высокого давления моечная машина должна надежно заземляться, а для уменьшения разбрызгивания струи очищающей жидкости необходимо направлять под небольшим углом к поверхности. Во время механизированной мойки и обезвреживания резервуара напылением раствора перманганата калия или другими реагентами, допуск работников в резервуар запрещается.

Работа в резервуарах разрешается при температуре воздуха внутри его ниже 40 °С. Во время грозы зачистные работы в резервуарах должны быть прекращены.

Перед зачисткой резервуаров от пирофорных отложений (сернистого железа) после освобождения от нефтепродуктов воздушное пространство должно быть заполнено водяным паром. Продувку паром необходимо проводить при закрытых нижних люках-лазах и открытых световых и замерном люках в течение 24 часов. Пробы пирофорных отложений из резервуаров допускается брать только с разрешения главного инженера или руководителя объекта специально подготовленными лицами при обязательном присутствии представителя пожарной охраны предприятия.

Контрольные вопросы

1. Какая производственная деятельность относится к работам с повышенной опасностью?

2. Какие требования безопасности предъявляются к огненным работам?

3. Как оформляется документация на проведение работ на высоте?

4. Какие особые требования по охране труда предъявляются к работам в емкостных сооружениях, газоопасным, очистным работам?

Глава 16. Требования безопасности при работе с ВДТ и ЭВМ

16.1. Общие сведения

В современном мире видеодисплейные терминалы (ВДТ), электронно-вычислительные машины (ЭВМ) и персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ, далее ПК) занимают значительное место.

Компьютеризация всех уровней современного общества требует пристального внимания к проблеме безопасности пользователей и, в первую очередь, к обеспечению безопасности детей. Только 25 % используемых мониторов отвечают требованиям стандартов безопасности, 30 % соответствуют им частично, а 45 % полностью не отвечают основным положениям электромагнитной безопасности. Необходимо отметить, что защитные экраны зачастую не ослабляют ЭМП. В действующих нормативах отсутствуют данные о негативной связи возможной длительности работы с фактическим состоянием здоровья операторов.

Длительное пребывание у экрана монитора ПК небезопасно. Достаточно сказать, что напряженность электрического поля у современных ПК достигает 430 В/м, магнитного поля — 8 А/м. Установлено, что зрительная и нервно-психическая нагрузка при систематическом воздействии ПК на детей может приводить к головным болям, и длительным спазмам мускулатуры лица, получившим название "синдром видеоигровой эпилепсии", а также способствовать развитию близорукости (по мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), со скоростью до 1,0 диоптрии в год). Возможность заболевания органов зрения у взрослых пользователей при неправильном выборе визуальных эргонометрических параметров дисплеев также установленный факт.

Обследования беременных женщин, работающих с ПК, проведенные в Испании, Канаде, США и Швеции, позволили ученым сделать вывод, что вероятность ненормального протекания беременности, вплоть до выкидышей или рождения детей с врожденными пороками (причем наиболее существенными были дефекты развития головного мозга), у этих женщин в 2 раза выше, чем у неработающих с ПК. В связи с этим беременным и кормящим грудью женщинам категорически запрещается работать с ПК.

По данным специальной комиссии ВОЗ, более чем у половины пользователей ПК имеет место синдром стресса оператора дисплея, действие которого проявляется в виде головной боли, аллергии, воспаления глаз, астматических проявлений, подавленности, раздраженности, вялости и депрессии.

Воздух в помещениях с вычислительной техникой насыщен положительно заряженными ионами кислорода, что приводит к ухудшению здоровья, гипоксии, повышению вероятности сердечно-сосудистых заболеваний.

На пользователя ПК одновременно могут оказывать хроническое воздействие (т.е. постоянно действующее, пусть даже в малых дозах) более 30 вредных и опасных производственных факторов, причем на долю собственно дисплея приходится не более 20%.

Наиболее значимыми из них являются:

- нарушение электромагнитной безопасности из-за отсутствия почти повсеместно защитного заземления. Источник опасности - не только эмиссионные из-

лучения дисплеев, но и насыщенность помещений различными вспомогательными электроприборами, силовыми кабелями разводки, металлическими конструкциями, осветительными установками и т.п.

- несоответствие нормам визуальных параметров дисплеев, особенно имеющих величину зерна (пиксель) 0,3 мм и более, а частоту кадровой развертки 50-75 Гц. Часто визуальные характеристики ухудшаются по сравнению с заявленными производителем уже на рабочем месте из-за влияния повышенной напряженности магнитного поля тока частоты 50 Гц. Между тем, даже напряженность, в 100 раз меньшая, чем по норме, и, следовательно, безопасная для человека может резко ухудшить качество изображения, вызвать повышенное утомление глаз.

- избыточные энергетические потоки сине-фиолетового света (в видимом диапазоне волн) от дисплея. При этом ухудшается четкость изображения на сетчатке, увеличивается частота ошибок, быстрее развивается «компьютерный зрительный синдром» и т. д.

- нерациональное освещение, блики, повышенная блескость, яркость.

- несоответствие параметров микроклимата действующим нормам, чрезмерная запыленность и загазованность воздуха в рабочих помещениях - в первую очередь углекислым газом и аммиаком при повышенной температуре и влажности воздуха (особенно в холодный период года). От этого страдают органы дыхания, снижается содержание кислорода в крови и в мышечных тканях сердца, мозга, глаз.

- нарушение норм аэроионного состава воздуха, особенно в помещениях с развитой системой приточно-вытяжной вентиляции и при наличии кондиционеров. Число отрицательно заряженных легких ионов кислорода (аэроионов) практически везде меньше нормы. В помещениях с ПЭВМ оптимальным считается содержание в 1 куб см воздуха 3000-5000 аэроионов. Замеры же показывают, что фактически их число не превышает 130-400. Это резко ухудшает свойства крови, работу зрительного органа, иммунной системы.

- избыток болезнетворных бактерий в воздухе, особенно зимой при повышенной температуре, плохом проветривании рабочих помещений, пониженной влажности и нарушении аэроионного состава воздуха вызывает ОРЗ, ОРВИ и т.д.

- малая подвижность глазных мышц при долговременном сильном статическом зрительном напряжении становится причиной спазма аккомодации, т.е. глаза теряют способность быстро приспособливаться к ясному видению предметов. При этом нарушается ритм дыхания.

- нерациональная организация рабочего места (неудобные кресла, отсутствие подпорок для текста, подставок для ног и кистей рук и т.д.) способствует перенапряжению мышц не только позвоночника и шеи, но и глаз.

- недостаток витаминов, минеральных веществ, аминокислот, губчатой клетчатки приводят к нарушению работы желудочно-кишечного тракта. Наибольшей опасности подвергаются хронические больные и женщины в критические дни. Стрессы, нарушение режима труда, отсутствие профилактики резко увеличивают выброс из организма витаминов и важнейших минералов (железа, алюминия, йода).

- оказывает вредное влияние и неблагоприятная экологическая обстановка, особенно в крупных городах, в воздухе которых зачастую наблюдаются повышенные концентрации вредных веществ. Рост информационных нагрузок (причем не только во время работы на ПЭВМ) вызывает дополнительное «психическое давление», что также увеличивает вероятность заболеваний.

Работа с ПЭВМ должна проводиться в соответствии с Межотраслевой типовой инструкцией по охране труда при работе с персональными компьютерами, утвержденной постановлением МТиСЗ РБ 30.11.2004 г. №138 и локальными Г-НПА.

16.2. Требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ

Для обеспечения безопасности при работе на ПЭВМ Санитарными нормами и правилами (СанПиН 9-131 РБ 2000) в Республике Беларусь установлен ряд гигиенических требований к помещениям, компьютерной технике и организации.

Согласно этим правилам руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности обязаны привести рабочие места пользователей ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в соответствие с их требованиями.

К помещениям для эксплуатации ПЭВМ предъявляются следующие требования:

- они должны иметь естественное и искусственное освещение;
- естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5%;
- оконные проемы в помещениях с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми светозащитными устройствами типа: жалюзи, занавеси, внешние козырьки и др;
- искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии

зрения пользователя при рядом расположении ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Для освещения помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ следует применять светильники типа ЛПОЗб с зеркализованными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА). Допускается применять светильники серии ЛПОЗб без ВЧ ПРА только в модификации "Кососвет", а также светильники прямого света - П, преимущественно прямого света - Н, преимущественно отраженного света - В. Применение светильников без рассеивателей и экранизирующих решеток не допускается.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40°. Расположение рабочих мест с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 м², а объем - не менее 20,0 м³;

При строительстве новых и реконструкции действующих зданий и помещений для ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ их следует проектировать высотой (от пола до потолка) не менее 3,0 м.

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 16.1.

Таблица 16.1. Уровни ионизации воздуха помещений при работе на ПЭВМ

Уровни	Число ионов в 1 см ³ воздуха	
	п+ (положительных)	п- (отрицательных)
Минимально необходимые	400	600
Оптимальные	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимые	5000	50000

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль (категория II), уровень шума не должен превышать 60 дБА. В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) (категория III) уровень шума не должен превышать 65 дБА.

Допустимые уровни напряженности (плотности потока мощности) электромагнитных полей, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором "мышь", беспроводными системами передачи информации на расстоянии и иными вновь разработанными устройствами в зависимости от основной рабочей частоты изделия, не должны превышать значений, приведенных в табл. 16.2.

Таблица 16.2. Допустимые уровни электромагнитных полей

Диапазоны частот	0,3 -300 кГц	0,3 -3,0 МГц	3.0 -30,0 МГц	30,0-300,0 МГц	0,3-300ГГц
Допустимые уровни	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см ²

Допустимые уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты 50 Гц, создаваемые монитором, системным блоком, клавиатурой, изделием в целом не должны превышать 0,5 кВ/м.

Допустимые уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты 50 Гц, создаваемые монитором, клавиатурой, системным блоком, манипулятором "мышь", изделием в целом не должны превышать 15,0 кВ/м. Уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения не должен превышать $7,74 \times 10^{12}$ А/кг (ампер на килограмм), что соответствует эквивалентной дозе, равной 0,1 мбэр/час (100 мкР/час; 0,03 мкР/с).

Интенсивность инфракрасного (ИК) и видимого излучения от экрана видеомонитора не должна превышать $0,1 \text{ Вт/м}^2$ в видимом (400 - 760 нм) диапазоне, $0,05 \text{ Вт/м}^2$ в ближнем ИК диапазоне (760 - 1050 нм), 4 Вт/м^2 в дальнем (свыше 1050 нм) ИК диапазоне.

16.3. Требования к организации рабочих мест

Рабочие места с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ допускается располагать по периметру помещения или рядами при условии выполнения требований СанПиН 9 – 131 РБ.

Схемы размещения рабочих мест ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Рабочие места с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, следует изолировать друг от друга перегородкам и высотой 1,5-2,0 м.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) должен выбираться в зависимости от характера и продолжительности работы с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ с учетом роста пользователя.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать:

- ◆ ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем;

- ◆ регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15° и назад до 5°;
- ◆ высоту опорной поверхности спинки 300±20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости-400 мм;
- ◆ угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах 0±30°;
- ◆ регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;
- ◆ стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;
- ◆ регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230±30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм. Рабочее место с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должно быть оснащено легко перемещаемым пюпитром для документов.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии не менее чем 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

16.4. Организация режимов труда и отдыха при работе на ЭВМ

Режимы труда и отдыха при работе с ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ должны определяться видом и категорией трудовой деятельности.

Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А - работа по считыванию информации с экрана ВДТ, ПЭВМ или ЭВМ с предварительным запросом; группа Б - работа по вводу информации; группа В - творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ (табл. 16.3), которые определяются: для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену; для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену; для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ за рабочую смену, но не более 6 часов за смену.

Таблица 16.3. Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности рабочей смены, вида и категории трудовой деятельности

Категория работы	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, час.	при 8-ми часовой смене	при 12-ти часовой смене

I	до 20 000	до 15000	до 2,0	30	70
II	до 40 000	до 30 000	до 4,0	50	90
III	до 60 000	до 40 000	до 6,0	70	120

Примечание. При несоответствии фактических условий труда требованиям настоящих санитарных правил, время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей, на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы.

Время регламентированных перерывов в течение рабочей смены следует устанавливать в зависимости от ее продолжительности, вида и категории трудовой деятельности.

Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2-х часов.

При 8-ми часовой рабочей смене и работе на ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ регламентированные перерывы следует устанавливать:

- для I категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
- для II категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;
- для III категории через 1,5 - 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы;

При 12-ти часовой рабочей смене регламентированные перерывы должны устанавливаться в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-ми часовой рабочей смене, а в течение последних 4 часов работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 минут.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития статического утомления целесообразно выполнять комплексы специальных упражнений.

С целью уменьшения отрицательного влияния монотонии целесообразно применять чередование операций.

Профессиональные пользователи ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры в порядке и в сроки, установленные Постановлением Минздрава Республики Беларусь.

К непосредственной работе с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний.

Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ не допускаются.

Ниже приводятся требования для пользователей ПЭВМ разных категорий.

К работам I категории (всех групп) допускаются лица, у которых острота зрения с коррекцией не меньше 0,4 хотя бы на одном глазу. Это позволяет без напряжения читать стандартный шрифт с расстояния 60-70 см. При худшем зрении пользователю придется увеличивать размер шрифта.

К работам II категории (всех групп) не допускаются лица с глаукомой. Требования к зрению остальных пользователей показаны в табл. 16.4.

Таблица 16.4. Требования к зрению пользователей ЭВМ

Показатель	Для вновь поступающих	Для работающих
Острота зрения с коррекцией	Не ниже 0,5/0,2	Не ниже 0,4/0,2
Дальнозоркость, дптр.	До 8	До 8
Близорукость, дптр.	До 8	До 8
Астигматизм, дптр.	До 3	До 4

К работам III категории (всех групп) предъявляются повышенные требования к органу зрения. Обязательно наличие бинокулярного зрения (оно характеризуется объемным восприятием предметов). К работам не допускаются лица с даже признаками глаукомы и с склонностью к повышенному внутриглазному давлению. Кроме того, к работам II и III категорий не допускаются лица, страдающие воспалительными и аллергическими заболеваниями глаз, сопровождающимися слезотечением, светобоязнью и т.п., а также заболеваниями сетчатки и зрительного нерва.

Контрольные вопросы

1. Какие опасные и вредные производственные факторы характерны для помещений с ПЭВМ?
2. Какие основные требования предъявляются к помещениям с ПЭВМ?
3. Назовите основные требования к рабочим местам пользователей ПЭВМ
4. Как классифицируются виды трудовой деятельности пользователей ПЭВМ?
5. Каким должен быть режим труда и отдыха пользователей ПЭВМ?
6. Какие требования предъявляются к персоналу, обслуживающему и эксплуатирующему ПЭВМ?

ОСНОВЫ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Глава 17. Физико-химические основы процесса горения

17.1. Общие сведения о горении и взрыве

Горение - это интенсивные химические окислительные реакции, которые сопровождаются выделением теплоты и свечением. Горение может возникнуть только при одновременном наличии трех условий: присутствии горючего вещества, окислителя и источника (импульса) воспламенения.

Горючие вещества - любые органические вещества и материалы, большинство металлов в свободном виде, многие минералы, сера, оксид углерода, водород, фосфор и т.д.

В качестве *окислителя* может быть не только кислород, но и многие химические соединения - бертолетова соль, перхлораты, нитросоединения, пероксид натрия, азотная кислота, хлор, озон и др.

Импульсами воспламенения могут быть открытые, или светящиеся источники - пламя, раскаленные поверхности, лучистая энергия, искры, а также скрытые (несветящиеся) - трение, удар, адиабатическое сжатие, экзотермическая реакция и т.д. Например, температура пламени спички составляет 750-860⁰С, тления сигареты - 700-750, пламени древесной лучины - 850-1000⁰С.

В некоторых случаях при горении конденсированных систем (твердых, жидких веществ или их смесей) пламя может и не возникать, т.е. происходит *беспламенное горение*, или *тление*.

Для того чтобы прервать горение, необходимо нарушить условия его возникновения и поддержания. Обычно для тушения используют нарушение двух основных условий устойчивого состояния горения - понижение температуры и режим движения газов.

В зависимости от агрегатного состояния исходного вещества и продуктов горения различают гомогенное горение, гетерогенное горение и горение взрывчатых веществ.

При *гомогенном горении* исходные вещества и продукты горения находятся в одинаковом агрегатном состоянии. Это:

- горение газовых смесей (природного газа, водорода, оксида углерода и других веществ с окислителем - обычно кислородом воздуха);
- горение негазифицирующихся конденсированных веществ, например, термитов (смеси алюминия с оксидами различных металлов);
- изотермическое горение - распространение цепной разветвленной реакции в газовой смеси без значительного разогрева.

При *гетерогенном горении* исходные вещества находятся в разных агрегатных состояниях. К основным технологическим процессам гетерогенного горения относятся горение угля, металлов, сжигание жидких топлив в топках, двигателях внутреннего сгорания и т.д.

Горение взрывчатых веществ сопровождается переходом вещества из конденсированного в газовое состояние. При этом на поверхности раздела фаз проис-

ходит сложный физико-химический процесс, при котором в результате химической реакции выделяются теплота и горючие газы, догорающие в зоне горения на некотором расстоянии от поверхности.

Движение пламени по газовой смеси называется *распространением пламени*. В зависимости от *скорости распространения пламени* горение может быть диффузионным (несколько метров в секунду), дефлаграционным или взрывным (десятки и сотни метров в секунду) и детонационным (тысячи метров в секунду).

При горении химически неоднородных горючих систем, т.е. систем, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны и имеют поверхности раздела (твердые материалы и жидкости; струи паров и газов, поступающих в воздух), время диффузии кислорода к горючему веществу несоизмеримо больше времени, необходимого для протекания химической реакции. В этом случае процесс протекает в диффузионной области. Такое горение называют *диффузионным*. Все пожары представляют собой диффузионное горение.

Если время физической стадии перемешивания горючих веществ с окислителем несоизмеримо меньше времени протекания самой химической реакции, то такой процесс горения называют *кинетическим*, и он может протекать в виде взрыва.

Если продолжительность химической реакции соизмерима со временем физической стадии, то горение протекает в *промежуточной области*.

Пространство, в котором сгорают пары и газы, называют *пламенем* или *факелом*.

Для *дефлаграционного горения* характерна передача теплоты от слоя к слою, а пламя, возникающее в нагретой с активными радикалами и продуктами реакции смеси, перемещается в направлении исходной горючей смеси. Это объясняется тем, что пламя выделяет непрерывный поток теплоты и химически активных частиц, в результате чего фронт пламени перемещается в сторону горючей смеси.

Скорость горения горючих веществ в смеси с воздухом для предельных углеводородов составляет 0,32-0,4 м/с, водорода - 2,7 м/с. При таких скоростях распространения пламени образование ударной волны перед фронтом пламени не происходит.

При достижении скоростей распространения пламени, составляющих десятки и сотни метров в секунду, но не превышающих скорость распространения звука в данной среде (300-320 м/с), происходит взрывное горение.

Взрыв по ГОСТ 12.1.010 - быстрое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить работу.

При *взрывном горении* продукты горения могут нагреваться до 1500-3000°C, а давление в закрытых системах увеличиваться до 0,6-0,9 МПа.

В условиях промышленного производства под взрывом следует понимать быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некотором расстоянии от источника. Источниками энергии при взрыве могут быть как химические, так и физические процессы.

В реальных промышленных условиях происходят локальные взрывы («хлопки») парогазовых выбросов из технологических систем, сопровождающиеся сильным звуковым эффектом. При этом создается избыточное давление, которое в определенных условиях может оказывать разрушающее действие.

К наибольшему разрушающему эффекту приводят *локальные взрывы* веществ, характеризующиеся высокими скоростями распространения пламени при сравнительно небольшой массе горючего вещества. Взрыв может быть вызван детонацией конденсированного взрывчатого вещества, быстрым сгоранием воспламеняющегося облака газа, внезапным разрушением сосуда со сжатым газом или перегретой жидкостью, смешиванием перегретых твердых веществ (расплава) с холодными жидкостями и т.д. Источником *химического взрыва* являются быстропротекающие экзотермические реакции взаимодействия горючих веществ с окислителями или термического разложения нестабильных соединений.

Взрыв, как правило, сопровождается возникновением ударной волны, т.е. интенсивным ростом давления в окружающей среде.

Ударная волна обладает разрушительной способностью, если избыточное давление в ней превышает 15 кПа. Она распространяется в газовой среде перед фронтом пламени со скоростью звука - 330 м/с. Разрушающее давление порядка 30 кПа достигается при скорости распространения пламени 150-200 м/с.

При определенных условиях взрывное горение может перейти в детонационный процесс, при котором скорость распространения пламени превышает скорость звука и достигает 1-5 км/с.

Детонация - это процесс химического превращения системы окислитель - восстановитель, представляющий собой совокупность ударной волны, распространяющейся с постоянной скоростью и превышающей скорость звука, и следующей за фронтом зоны химических превращений исходных веществ. Химическая энергия, выделяющаяся в детонационной волне, подпитывает ударную волну, не давая ей затухать. Пиковое давление, создаваемое при детонации, достигает 200 кПа. Большинство промышленных зданий разрушается при давлениях 25-30 кПа при внешних взрывах и 20-25 кПа - при внутренних.

При детонационном режиме горения парогазовоздушной смеси большая часть энергии взрыва переходит в ударную волну; при взрывном горении переход энергии в ударную волну составляет около 30%.

В результате взаимодействия горючего вещества с окислителем образуются продукты сгорания, состав которых зависит от исходных веществ и условий реакции горения.

При полном сгорании органических соединений образуются, как правило, углекислый газ, диоксид серы, вода, азот, а при сгорании неорганических соединений - оксиды. Состав продуктов неполного сгорания горючих веществ сложен и разнообразен. Это могут быть такие горючие вещества, как сажа, водород, угарный газ, метан; атомарный водород и кислород; различные радикалы - OH, SH и др. Продуктами неполного сгорания могут быть также более сложные вещества - оксиды азота, спирты, альдегиды, кетоны, токсичные вещества (синильная кислота, бензопирен) и др.

В качестве примера в табл. 17.1 представлен удельный выход токсических веществ при горении некоторых материалов.

Таблица 17.1. Удельный выход токсичных газов при горении некоторых материалов

Материал	Наиболее токсичный продукт	Максимальный выход кг/кг
Ацетохлориновая ткань	HCl	0,38*
Винилпласт	HCl CO	0,037 0,015
Волокно ПВХ	HCl CO	0,03 0,05
Декоративно-отделочная пленка	HCl CO	0,017 0,15
Хлопок	CO CO ₂	0,0052 0,57
Капрон (волокно)	HCN	0.0495*
Кожа искусственная	HCl CO	0,006 0,036
Нитрон (волокно)	HCN	0,128*
Древесина	CO CO ₂	0,024 1.51
Полистирол	CO	0,015
Фенолформальдегидные полимеры: - лак БЛС; - наволочный СФ-100; - резальный СФ-340	CO CO CO	0,0094 0,009 0,0025
Хлорин (волокно) при соотношении с целлюлозой в %: - 65/35 - 50/50 - 35/65	HCl HCl HCl	0,392 0,291 0,193

* При термоокислительной деструкции

17.2. Основные показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов - совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения, в зависимости от его скорости и условий протекания, может быть пожар (диффузионное горение) или взрыв (дефлаграционное горение предварительно перемешанной смеси горючего с окислителем).

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов определяется показателями, выбор которых зависит от агрегатного состояния вещества (материала) и условий его применения.

При определении пожаровзрывоопасности веществ и материалов различают:

- *газы* - вещества, в которых кинетическая энергия теплового движения молекул значительно превосходит потенциальную энергию взаимодействий между ними;

- *жидкости* - вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25⁰С и давлении 101,3 кПа меньше 101,3 кПа. К жидкостям относят также твердые плавящиеся вещества, температура плавления и каплепадения которых меньше 50⁰С;

- *твердые вещества и материалы* ~ индивидуальные вещества и их смешанные композиции с температурой плавления или каплепадения больше 50⁰С, а также вещества, не имеющие температуры плавления (например, древесина, ткани и т.п.);

- *пыли* - диспергированные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов выбираются в зависимости от агрегатного состояния (табл. 17.1).

Кроме указанных в табл. 17.2, допускается использовать другие показатели, более детально характеризующие пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

Группа горючести является классификационной характеристикой способности веществ и материалов к горению.

По горючести вещества и материалы подразделяются на три группы:

- *негорючие (несгораемые)* - вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Они могут быть пожаровзрывоопасными, например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;

- *трудногорючие (трудносгораемые)* - вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

- *горючие (сгораемые)* - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Таблица 17.2. Номенклатура показателей и их применяемость для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов

Показатель	Агрегатное состояние веществ и материалов			
	Газы	Жидкости	Твердые	Пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	-	+	-	-
Температура воспламенения	-	+	+	+
Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения)	+	+	+	+
Температурные пределы распространения пламени (воспламенения)	+	+	-	+
Температура тления	-	+	-	-
Условия теплового самовозгорания	-	-	+	+
Минимальная энергия зажигания	-	-	+	+
Кислородный индекс	+	+	-	+
Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и	-	-	+	-

другими веществами				
Нормальная скорость распространения пламени	+	+	+	+
Скорость выгорания	+	+	-	-
Коэффициент дымообразования	+	+	-	-
Индекс распространения пламени	-	-	+	-
Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов	-	-	+	-
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода	-	+	-	+
Максимальное давление взрыва	+	+	-	+
Скорость нарастания давления взрыва	+	+	-	+

Примечание. Знак «+» обозначает применимость, знак «-» - неприменимость показателя.

Из группы горючих веществ и материалов выделяют *легковоспламеняющиеся*, которые способны воспламениться от кратковременного (до 30 с) воздействия источника зажигания с низкой энергией (пламя спички, искра, тлеющая сигарета и т.п.).

Группы горючести используются для оценки веществ и материалов, определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий по пожарной безопасности и др.

Максимальная скорость процесса горения достигается при *стехиометрической концентрации*, т.е. при концентрации, которая точно соответствует количественному содержанию веществ, соединяемых друг с другом при реакции горения.

Концентрационные пределы распространения пламени нижние или верхние - это минимальное или максимальное содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Концентрационные пределы могут быть выражены через температуру (при атмосферном давлении). Значения температуры жидкости, при которых концентрация насыщенных паров в воздухе над жидкостью равна концентрационным пределам распространения пламени, называются *температурными пределами распространения пламени (воспламенения)* (нижним и верхним соответственно - НТПРП и ВТПРП).

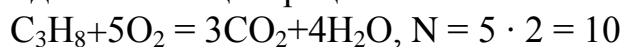
Интервал между нижним и верхним концентрационными пределами называется *областью воспламенения*.

Для расчета нижнего и верхнего пределов воспламенения индивидуальных горючих веществ можно использовать следующие эмпирические формулы (в % об.)

$$\text{НКПРП} = \frac{100}{1 + \sqrt{N-1} \cdot 4,76}; \quad \text{ВКПРП} = \frac{400}{4 + 4,76N},$$

где N – число молей – атомов кислорода, участвующих в сгорании 1 моля горючего.

Например. Рассчитать нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени газа и концентрацию газа при аварии, если объем газа, поступившего в помещение при аварии 20 м^3 . Объем помещения 450 м^3 . Газ – пропан. Технологическое оборудование занимает 30% объема помещения. Возможен ли при данной концентрации газа и источника воспламенения взрыв газа?



$$\text{НКПРП} = \frac{100}{4,76 \cdot (0 - 1) + 1} = 2,28 \text{ (\% об.)}$$

$$\text{ВКПРП} = \frac{400}{4,76 \cdot 10 + 4} = 7,75 \text{ (\% об.)}$$

Концентрация пропана при аварии составит

$$f_{\text{ав.}} = \frac{20}{450 \cdot 0,7} \cdot 100\% = 6,35 \text{ (\% об.)}$$

При данной концентрации пропана и наличии источника воспламенения взрыв возможен.

Для сложной газовой смеси известного состава пределы воспламенения можно подсчитать по формуле Ле-Шателье (в % об.)

$$П = \frac{100}{\frac{C_1}{P_1} + \frac{C_2}{P_2} + \dots + \frac{C_n}{P_n}},$$

где $П$ – предел воспламенения (нижний и верхний), % об.; $C_1, C_2 \dots C_n$ – концентрация горючих компонентов в горючей смеси, $C_1 + C_2 + \dots + C_n = 100$ % об.; $P_1, P_2 \dots P_n$ – соответствующие пределы воспламенения чистых компонентов смеси, % об.

Величины пределов воспламенения используют при расчете допустимых концентраций внутри технологических аппаратов, систем рекуперации, вентиляции, а также при определении предельно допустимой взрывоопасной концентрации (ПДВК) паров и газов при работе с применением искрящего инструмента.

Процесс воспламенения и горения жидкостей можно представить следующим образом. Для воспламенения необходимо, чтобы жидкость была нагрета до определенной температуры (не меньше нижнего температурного предела распространения пламени). После воспламенения паров жидкости скорость испарения должна быть достаточной для поддержания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурами вспышки и воспламенения.

В соответствии с ГОСТ 12.1.044 температурой вспышки называется наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает. Температура вспышки соответствует нижнему температурному пределу воспламенения.

Температуру вспышки используют для оценки воспламеняемости жидкости, а также при разработке мероприятий для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности ведения технологических процессов.

В зависимости от численного значения температуры вспышки жидкости подразделяются на легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) и горючие (ГЖ).

К *легковоспламеняющимся* относятся жидкости с температурой вспышки не более 61°C в закрытом тигле или 66°C в открытом тигле. Для ЛВЖ температура воспламенения обычно на $1-5^{\circ}\text{C}$ выше температуры вспышки, а для горючих жидкостей эта разница может достигать $30-35^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с ГОСТ 12.1.017, в зависимости от температуры вспышки ЛВЖ подразделяются на три разряда.

Особо опасные ЛВЖ — с температурой вспышки от -18°C и ниже в закрытом тигле или от -13°C и ниже в открытом тигле. К особо опасным ЛВЖ относятся ацетон, диэтиловый спирт, изопентан и др.

Постоянно опасные ЛВЖ - это горючие жидкости с температурой вспышки от -18°C до $+23^{\circ}\text{C}$ в закрытом тигле или от -13°C до $+27^{\circ}\text{C}$ в открытом тигле. К ним относятся бензин, толуол, этиловый спирт, этилацетат и др.

Опасные при повышенной температуре ЛВЖ - это горючие жидкости с температурой вспышки от 23 до 61°C в закрытом тигле. К ним относятся хлорбензол, скипидар, уайт-спирит и др.

Температура вспышки жидкостей, принадлежащих к одному классу (жидкие углеводороды, спирты и др.), закономерно изменяется в гомологическом ряду, повышаясь с увеличением молекулярной массы, температуры кипения и плотности.

Температуру вспышки определяют экспериментальным и расчетным путями. Для экспериментального определения температуры вспышки заданную массу жидкости (вещества) нагревают с определенной скоростью, периодически зажигая выделяющиеся пары и визуально оценивая результаты зажигания.

Ориентировочно расчет температуры вспышки ($t_{\text{всп}}$) можно получить из уравнения Элея, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{кип}} - 18 \sqrt{K},$$

где $t_{\text{кип}}$ - температура кипения, $^{\circ}\text{C}$;

K – коэффициент горючести, величина которого находится из алгебраической суммы произведения числа атомов, входящих в состав молекул на соответствующий коэффициент.

$$K = 4C + 4S + 1H + 1N - 20 - 2Cl - 3F - 5Br,$$

если $K > 2$ – вещество горючее;

$K = 0+2$ – трудногорючее;

$K < 0$ – негорючее.

Температурой воспламенения называется наименьшее значение температуры жидкости, при котором интенсивность испарения ее такова, что после зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение.

Температура самовоспламенения - самая низкая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний происходит резкое увеличение скорости экзотерических реакций, заканчивающихся горением.

Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (окислителя) - такая его концентрация в горючей смеси, ниже которой воспламенение и горение смеси становятся невозможными при любой концентрации горючего в смеси, разбавленной данным флегматизатором.

Склонность к взрыву и детонации - чувствительность к механическому воздействию (удару или трению).

Взрывоопасной средой являются: смеси веществ (газов, паров, пылей) с воздухом и другими окислителями (кислород, озон, хлор, окислы азота и др.), способные к взрывчатому превращению, а также индивидуальные вещества, склонные к взрывному разложению (ацетилен, озон, гидразин, аммиачная селитра и др.).

Основными параметрами, характеризующими опасность взрыва, являются:

- *максимальное давление взрыва* — наибольшее давление, возникающее при дефлаграционном взрыве газо-, паро- или пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде при начальном давлении смеси 101,3 кПа;

- *скорость нарастания давления при взрыве* — это производная давления взрыва по времени на восходящем участке зависимости давления взрыва газо-, паро-, пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде от времени.

Минимальная энергия зажигания— наименьшее значение энергии электрического разряда, способного воспламенить наиболее легко воспламеняющуюся смесь газа, пара или пыли с воздухом. Для ориентировочного расчета минимальной энергии зажигания паров и газов в воздухе E_{\min} , мДж, применяется формула

$$E_{\min} = 0,049 d_{\text{кр}}^{2,2},$$

где $d_{\text{кр}}$ - критический зазор, величину которого можно получить расчетным путем или на основе справочных данных, мм.

Для оценки взрывоопасности газо- и паровоздушных смесей используют понятие *критического зазора (диаметра)*.

С критическим диаметром (зазором) связано также определение *категории взрывоопасной смеси*, которая характеризует способность газопаровоздушной смеси передавать взрыв через узкие щели и фланцевые зазоры.

В соответствии с ГОСТ 30852.11-2002 взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на категории взрывоопасности в зависимости от величины *безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ)* и значения соотношения минимального тока воспламенения испытываемого газа или пара к *минимальному току воспламенения метана (МТБ)*.

БЭМЗ - это экспериментальный максимальный зазор, через который не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации горючего в воздухе (рис. 17.1).

Установлены два вида взрывоопасных смесей: I - метан на подземных горных работах; II - газы и пары, за исключением метана на подземных горных работах.

В зависимости от значений БЭМЗ и МТВ газы и пары подразделяются на категории (табл. 17.3).

Таблица 17.3. Категории взрывоопасности смесей в зависимости от величины БЭМЗ и МТВ

Категория взрывоопасности смесей	Величина БЭМЗ, мм	Величина МТВ
II А	0,9 и более	более 0,8
II В	свыше 0,5, но менее 0,9	от 0,4 до 0,8 вкл
II С	0,5 и менее	менее 0,45

Для классификации большинства газов и паров достаточно применения одного из критериев - значения БЭМЗ или МТВ.

Один критерий достаточен в следующих случаях:

- для категории II А - БЭМЗ больше 0,9 мм или соотношение МТВ больше 0,9;
- для категории II В - БЭМЗ в 0,5 до 0,8;
- для категории II С - БЭМЗ меньше 0,5 мм или соотношение МТВ меньше 0,45.

Необходимо определять как БЭМЗ, так и соотношение МТВ в следующих случаях:

- если установлено только соотношение МТВ и его значение находится в пределах от 0,45 до 0,5 или от 0,8 до 0,9;
- если известен только БЭМЗ и его значение находится в пределах от 0,5 до 0,55.

Кроме категорий взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на *группы* в зависимости от величины температуры самовоспламенения согласно таблица 17.4.

Таблица 17.4. Классификация взрывоопасных смесей по температуре самовоспламенения

Группа взрывоопасных смесей	Температура самовоспламенения, °С
T1	Свыше 450
T2	Свыше 300 до 450 включительно
T3	Свыше 200 до 300 включительно
T4	Свыше 135 до 200 включительно
T5	Свыше 100 до 135 включительно
T6	Свыше 85 до 100 включительно

Характеристика взрывоопасных смесей необходима для обоснованного выбора электрооборудования для взрыво- и пожароопасных производственных помещений и наружных установок.

Самовозгорание - резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения. Оно является результатом самонагревания веществ, заканчивающегося тлением или пламенным горением. Процесс самонагревания веществ может быть вызван различными причинами. Это могут быть микробиологические процессы в соответствующей питательной среде, воздействие высокой температуры на вещество, выделение тепла в результате химических реакций.

Микробиологические процессы окисления - основная причина самовозгорания веществ растительного происхождения, например, недосушенных сена, опилок, листьев.

Микробиологическими же процессами объясняется самовозгорание фрезерного торфа, жизнедеятельность бактерий и грибов в котором может начаться уже при 10-18°C и заканчивается при 70 °С. Питательной средой для бактерий служат водорастворимые вещества, образующиеся в результате распада растений.

Тепловое самовозгорание присуще дисперсным веществам, обладающим сильно развитой поверхностью, способным адсорбировать кислород и вступать с ним в реакцию, а теплообмен веществ с внешней средой не является интенсивным.

Так, к самовозгоранию склонны ископаемые угли (бурый и каменный), хранящиеся в кучах или штабелях. Причины самовозгорания - способность углей окисляться и адсорбировать пары и газы при низких температурах.

Самовозгоранию углей способствует степень их измельчения, а также наличие в них примесей - пирита и влаги.

При *химическом самовозгорании* большое значение имеет скорость химической реакции. Недостаточный теплоотвод способствует нагреву материала в результате окислительных процессов и соответственно достижению критических условий возникновения горения или тления.

Самовозгорающиеся химические вещества можно разделить на три основные группы.

1. Вещества, самовозгорающиеся при взаимодействии с воздухом.

Щелочные металлы (литий, натрий, калий, рубидий, цезий), окисляясь на воздухе, самовозгораются с образованием надпероксидов металлов.



Сульфиды щелочных (например, калия) и щелочноземельных металлов (например, кальция) окисляясь на воздухе могут самовозгораться. Гидроксиды металлов с кислородом воздуха образуют пероксиды водорода. Негорючий гидросульфит натрия в этих условиях образует серу, способную к воспламенению. К характерным представителям этой группы относятся белый и красный фосфор. Легко самовозгораются на воздухе, особенно в присутствии влаги, аэрогели алюминия и цинка. Взрывчатые смеси образуют на воздухе алюминиевая и магниевая пудра.

Диэтиловый эфир способен самовозгораться на воздухе, что связано с образованием пероксидов.

Самовозгорание олиф, растительных масел (льняного, подсолнечного и др.) связано с их химическим строением, так как они представляют собой смесь глицеридов жирных кислот, в том числе и непредельных — олеиновой, линолевой, линоленовой. Наличие в молекулах двойных связей и является причиной окисления указанных кислот при обычных температурах. Кроме того, самовозгоранию способствует полимеризация глицеридов непредельных кислот - экзотермический процесс, происходящий при низких температурах.

В связи со способностью масел и жиров самовозгораться большую опасность представляют промасленная одежда и обтирочные материалы, загрязненные растительными маслами. При большой поверхности загрязнения, на которой масло распределено тонким слоем, резко ускоряются реакции окисления и полимеризации. Подобные процессы нагревания начинаются уже при 10-15⁰С и, продолжаясь несколько часов, заканчиваются самовозгоранием.

2. Вещества, самовозгорающиеся при взаимодействии с водой.

К этой группе относятся щелочные металлы, карбиды щелочных металлов, карбид кальция, гидриды щелочных и щелочноземельных металлов, негашеная известь, фосфористый кальций, сернистый натрий и другие, т.е. вещества, взаимодействие которых с водой сопровождается значительным экзотермическим эффектом. Образующейся при этом теплоты достаточно, чтобы вызвать воспламенение выделяющихся в результате реакции горючих соединений.

Контакт негашеной извести с небольшим количеством воды сопровождается выделением значительного количества теплоты, которой может быть достаточно для воспламенения дерева.

3. Вещества, самовозгорающиеся при взаимодействии друг с другом.

Источниками кислорода в условиях пожара могут быть твердые и жидкие окислители, например, пероксиды водорода, натрия, калия, хлораты и перхлораты, нитраты и др. Значительный экзотермический эффект, сопровождающий разложение пероксида водорода, вызывает интенсивный разогрев парогазовой смеси.

Пероксид водорода разлагается диоксидом марганца, хрома, цинка. В присутствии концентрированного пероксида водорода спирты, кетоны, ароматические углеводороды и другие самовозгораются, либо становятся чувствительными к нагреванию.

Концентрированная азотная кислота вызывает самовозгорание многих горючих веществ. В присутствии серной кислоты ее окисляющее действие усиливается. Концентрированная азотная кислота при взаимодействии с многими металлами восстанавливается до диоксида азота, разбавленная HNO₃ — до оксинитрида азота, которые в свою очередь химически активны.

Известно, что продукты взаимодействия азотной кислоты с органическими веществами обладают более пожароопасными свойствами. Например, взаимодействие азотной кислоты с гликолями и глицеринами приводит к образованию взрывчатых веществ — сложных эфиров.

Сильным окислителем является серная кислота. Разбавленная H_2SO_4 растворяет металлы и при этом выделяется водород, а взаимодействие ее с щелочными и щелочноземельными металлами сопровождается самовозгоранием. Концентрированная H_2SO_4 , взаимодействуя с металлами, может образовывать диоксид серы, серу, сульфид водорода. Большая часть органических веществ в присутствии H_2SO_4 обугливается. Присутствие H_2SO_4 усиливает пожароопасные свойства таких окислителей, как перманганат калия, хлорат калия, нитраты и др.

Сильными газообразными окислителями являются F_2 , O_2 , Br_2 и ряд их соединений. Фтор вызывает самовозгорание всех органических веществ. При нагревании во фторе горят практически все металлы, песок, стеклянная вата, асбест, бетон. В среде фтора самовозгораются бром, йод, сера, теллур, фосфор, мышьяк, сурьма, щелочные и щелочноземельные металлы и др.

В атмосфере хлора горят многие органические вещества, металлы и др. При взаимодействии хлора с органическими жидкостями выделение большого количества тепла способствует испарению жидкости и образованию взрывоопасных смесей. Жидкий хлор более опасен, чем газообразный. Бром уступает по активности фтору и хлору. Пары брома вызывают самовозгорание некоторых органических веществ.

К неорганическим окислителям относятся перхлораты, хлораты, нитраты, перманганаты, дихроматы, хроматы, гипохлориты натрия, калия, кальция, пероксиды и надпероксиды многие другие химические соединения.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте условия и виды процесса горения?
2. Какие различают основные показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов?
3. Что такое взрыв, его физико-химическая сущность?
4. Что такое температуры вспышки и воспламенения веществ, методы их расчета?
5. Какая практическая значимость температурных и концентрационных пределов распространения пламени?
6. Какова физико-химическая сущность самовозгорания?

Глава 18. Основы профилактики взрывов и пожаров

18.1. Общие сведения

В основе обеспечения пожарной безопасности объекта лежат организационные и организационно-технические мероприятия, разрабатываемые и осуществляемые в соответствии с требованиями действующего законодательства и ТНПА в этой области.

Пожарная профилактика включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара и ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара.

В ГОСТ 12.1.004 установлены общие требования пожарной безопасности к объектам различного назначения на всех стадиях жизненного цикла: при проведении исследований, разработке нормативных документов, конструировании, изготовлении, строительстве, выполнении услуг (работ), проведении испытаний, закупке, продаже, хранении и транспортировке продукции, установке, монтаже, наладке, техническом обслуживании и ремонте (реконструкции) и эксплуатации оборудования, применении и утилизации продукции.

Для объектов, не соответствующих действующим нормам, стандарт устанавливает требования к разработке проектов компенсирующих средств и систем обеспечения пожарной безопасности на стадиях строительства, реконструкции и эксплуатации объектов.

Объекты должны иметь системы пожарной безопасности, функции которых заключаются в предотвращении воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений, на требуемом уровне. Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с помощью систем безопасности должен составлять не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека. А допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара (превышающих предельно допустимые значения) в год в расчете на каждого человека.

Основными функциями системы обеспечения пожарной безопасности являются: нормативное правовое регулирование и проведение государственных мер в области пожарной безопасности; создание пожарной охраны и организация ее деятельности; разработка и реализация мер пожарной безопасности; осуществление государственного пожарного надзора и других контрольных функций за обеспечением пожарной безопасности; тушение пожаров; установление особого противопожарного режима и т.д.

Основная задача пожарной профилактики состоит в исключении возможности возникновения пожара.

Система предотвращения пожара представляет собой комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение условий возникновения пожара. Это реализуется благодаря строгому исполнению

инструкций по мерам пожарной безопасности, разработанных на предприятии, и выполнению режимных (ограничительных) мероприятий и достигается путем предотвращения условий образования горючей среды и (или) предотвращения образования в самой горючей среде источников зажигания или внесения их извне.

Обеспечение безопасности людей и материальных ценностей достигается путем ограничения распространения пожара, а также создания условий для успешного тушения пожара. Эти задачи на \ предприятии решает система противопожарной защиты.

Система противопожарной защиты представляет собой совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него. Эта система регламентирует выполнение капитальных мероприятий, что достигается благодаря применению: средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники, установок; автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения, основных строительных конструкций и материалов (в том числе для облицовок конструкций) с нормированными показателями пожарной опасности, пропитки конструкций объектов антипиренами с нанесением на их поверхность огнезащитных красок (составов), а также устройств, обеспечивающих ограничение распространения пожара, и систем противодымной защиты.

Важным элементом системы организационных мероприятий является проведение *анализа пожарной опасности* производства, который включает ряд этапов:

- установление наличия сгораемых веществ и материалов, находящихся в обращении на производстве;
- определение взрывопожароопасности веществ и материалов, обращающихся в процессе производства;
- выявление наличия потенциальных источников зажигания их зажигательной способности;
- моделирование ситуаций, при которых возможен переход на аварийный режим работы технологического оборудования, в том числе в результате неверных действий обслуживающего персонала;
- выявление наиболее взрывопожароопасных помещений, зданий и сооружений по наличию в них сгораемых материалов и потенциальных источников;
- моделирование развития возможного пожара в здании или помещении, определение направления распространения огня и дыма, а также порядок действий рабочих и служащих по сигналу пожарной тревоги;
- анализ достаточности и полноты выполнения мероприятий технической (конструктивной) защиты зданий, сооружений и технологических процессов предприятия;
- определение требуемого количества первичных средств пожаротушения, необходимости устройства автоматических систем (комплексов) пожарной сигнализации и пожаротушения;

-определение наличия и достаточности для целей пожаротушения ближайших к предприятию водоисточников и возможности (необходимости) устройства внутреннего противопожарного водопровода;

-расчет необходимых сил и средств для ликвидации возможных пожаров на предприятии;

-оценка необходимости организации добровольных противопожарных формирований для борьбы с пожарами.

На основе перечисленных этапов можно сформулировать общее определение понятия «анализ пожарной опасности».

Анализ пожарной опасности заключается в определении условий образования горючей среды и появления в ней источников зажигания, приводящих к пожару, вероятных путей распространения пожара, установлении необходимых средств технической (конструктивной) защиты, а также систем сигнализации и пожаротушения с параметрами инерционности срабатывания (введения в действие), соответствующими динамике развития пожара на объекте.

При разработке профилактических мероприятий предварительно изучают противопожарное состояние объекта. Состояние объекта характеризуют числом пожаров и степенью ущерба от них, числом загораний, а также количеством травм, отравлений и погибших людей, уровнем реализации требований пожарной безопасности и боеготовности пожарных подразделений и добровольных формирований, наличием противопожарной агитации и пропаганды.

18.2. Пожаровзрывобезопасность технологии и оборудования

18.2.1. Активные способы защиты

Пожаровзрывобезопасность технологических процессов и оборудования достигается:

- исключением образования внутри аппаратов и оборудования горючей среды;
- исполнением, применением и режимом эксплуатации аппаратов и оборудования;
- не превышением допустимых величин - температуры и количества горючих веществ, концентрации кислорода или другого окислителя в смеси;
- обеспечением необходимой концентрации флегматизатора в воздухе;
- применением устройств аварийного сброса давления;
- использованием оборудования, рассчитанного на давление взрыва;
- применением средств пожаротушения и взрывоподавления;
- надежностью системы контроля, управления и противоаварийной защиты производственного процесса.

Снижение опасных концентраций горючих веществ должно достигаться устройством отсосов из мест их образования и скопления.

Исключение образования внутри аппаратов и оборудования горючей среды достигается применением твердых или газообразных флегматизаторов горения. В качестве флегматизаторов горения применяются негорючие порошки, азот, диоксид углерода или другие инертные газы, добавление которых делает смесь негорючей.

Допустимая безопасная температура нагрева поверхностей аппаратов и оборудования составляет 80% от температуры самонагрева горючих пылей, склонных к самовозгоранию, и 80% от температуры самовоспламенения пылей, не склонных к самовозгоранию.

Расчет аппаратов и оборудования на взрывоустойчивость следует производить по максимальному давлению взрыва горючих пылей.

Самой эффективной мерой обеспечения пожаро-, и взрывозащиты является замена пожаровзрывоопасных процессов на безопасные путем исключения пожаро- и взрывоопасных веществ и материалов из обращения еще на стадии проектирования производства. Однако осуществить это на практике удается крайне редко. Более приемлема замена отдельных пожаро- и взрывоопасных операций на менее опасные. Комплексное решение этих двух задач дает наибольший социальный и экономический эффект.

На практике пожаро- и взрывозащита технологического процесса в значительной степени достигается за счет правильного выбора промышленных площадок, строительных конструкций производственных зданий и способов пожаровзрывозащиты оборудования.

В промышленности широко используют как активные, так и пассивные средства взрывозащиты. К числу активных мер относятся: контроль за накоплением взрывоопасных паров в помещениях; аварийное вентилирование помещений при образовании в них взрывоопасной среды; флегматизация взрывоопасной среды в помещениях; применение предохранительных конструкций, ослабляющих разрушительное действие взрыва, подавление возникшего взрыва.

Активные средства взрывозащиты срабатывают в момент возникновения взрыва по сигналу газоанализатора, локализуют и подавляют очаг взрыва еще до достижения им разрушительной силы.

Действие активных средств защиты направлено:

- на подавление взрыва при его зарождении путем введения в очаг взрыва огнетушащего вещества, что осуществляется с помощью автоматических систем подавления взрыва (АСПВ);
- создание инертной зоны в трубопроводах и в соседних аппаратах для предотвращения распространения взрыва;
- блокирование аппарата, в котором произошел взрыв, с помощью отсекающих устройств;
- автоматическое прекращение работы оборудования.

При выборе методов и средств активной взрывозащиты необходимо знать основные пожаро- и взрывоопасные свойства веществ, механизм горения и параметры, характеризующие взрыв, химический состав горючих технологических сред и их рабочие физические параметры, объем оборудования, скорость движения горючих сред и т. п.

Принцип действия систем *подавление взрыва* с помощью АСПВ состоит в обнаружении очага взрыва высокочувствительным датчиком и быстром введении в защищаемый аппарат распыленного огнетушащего вещества, прекращающего процесс развития взрыва (рис. 18.1).

Высококочувствительный датчик (*индикатор взрыва*), через блок управления 5 приводит в действие исполнительные устройства 3 и 6, впрыскивающие в полость аппарата огнетушащую жидкость. В качестве исполнительных устройств системы могут быть также использованы пламеотсекатели 4, препятствующие распространению пламени по технологическим коммуникациям в другие аппараты. На схеме показан простейший пример взрывозащиты одного аппарата. АСПВ можно использовать и для защиты всей производственной линии, включающей ряд аппаратов.

В комплект устройства АСПВ может входить несколько индикаторов взрыва, и, наоборот, на один индикатор взрыва может приходиться несколько взрывоподавляющих устройств. Все зависит от конкретных условий.

Важным преимуществом АСПВ (по сравнению, например, с устройствами для сброса давления взрыва — мембранами, клапанами) является отсутствие выбросов в атмосферу токсичных и пожаро- и взрывоопасных продуктов, горючих газов и открытого огня.

Взрыв в замкнутом объеме сопровождается повышением температуры и давления, световым излучением, а также ионизацией газа, и обнаружить взрыв в аппарате можно по любому из этих проявлений. Индикатор взрыва АСПВ как раз и является устройством, преобразующим один из указанных параметров в электрический сигнал. В качестве индикаторов взрыва применяют три типа датчиков — датчик максимального давления и максимальной скорости нарастания давления, а также оптические датчики. Первый из них срабатывает при достижении установленного предела давления, второй — подает импульс в случае достижения установленной скорости нарастания давления. Оптический датчик фиксирует появление излучения, соответствующего спектру пламени горючего вещества. Это наиболее быстродействующий датчик, однако, он имеет довольно сложную конструкцию и может давать ложное срабатывание от случайного источника света соответствующего спектра.

Оросители предназначены для продолжительного введения огнетушащего вещества в полость защищаемого аппарата или трубопровода с целью охлаждения продуктов сгорания и предотвращения повторного воспламенения в аппарате или распространения пламени по трубопроводу.

При подаче электрического командного импульса на пироустройство разрушается мембрана, и огнетушащее вещество через распылитель попадает в полость защищаемого аппарата или трубопровод.

В комплект АСПВ входят быстродействующие *пламеотсекатели*, являющиеся его основным исполнительным органом. Масштабы разрушения и материального ущерба в результате взрыва в аппарате могут быть значительно снижены, если не допустить распространения пламени по технологическим коммуникациям в другое оборудование производства. Для этой цели и служат, в частности, пламеотсекатели. На рис. 18.2 представлены схемы песчаного и мембранного пламеотсекателей.

Принцип действия песчаного пламеотсекателя состоит в следующем. При подаче электрического импульса воспламеняется пирозаряд 2. Образующиеся при

этом газы разрушают мембраны 3 и с большой скоростью выбрасывают песок вниз. Под действием потока песка опорные лепестки, размещенные в пакете 5, отгибаются и перекрывают оба сечения патрубка 4, а песок заполняет всю нижнюю полость. Время срабатывания конструкции составляет не более 0,03—0,2 с (при величине условного прохода 100—350 мм).

Пламеотсекатели не обеспечивают герметичного перекрытия трубопроводов, однако полностью исключают прохождение пламени. По сравнению с *огнепреградителями* они имеют ряд преимуществ: не создают дополнительного гидравлического сопротивления и эффективны в условиях сильно запыленных и загрязненных сред.

В качестве огнетушащих веществ для АСПВ за рубежом широко применяют бром-, хлор- и фторпроизводные метана и этана. В отечественной системе «Радуга» в качестве огнетушащего вещества используют воду.

Для подавления взрывов нашли применение также порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия, аммониевых солей фосфорной, серной, борной и щавелевой кислот, а также комбинированные составы.

Флегматизация взрывоопасной среды основана на разбавлении взрывоопасной среды до состояния, в котором она не способна распространять пламя.

Флегматизирующее устройство представляет собой автоматический быстродействующий огнетушитель, который срабатывает по сигналу индикатора взрыва. При этом освобождается выходное отверстие и флегматизирующая смесь под давлением вытесняющего газа впрыскивается в защищаемый объем.

Для *блокирования взрыва* используют отсекающие устройства, в частности быстродействующие отсечные клапаны (отсекатели), которые приводятся в действие от детонатора по сигналу индикатора взрыва.

Отсекатели и флегматизирующие устройства устанавливают на вводных и выводных коммуникациях потенциально взрывоопасного аппарата. Обычно отсечные клапаны обеспечивают защиту наиболее «слабых» аппаратов технологической нитки. Время срабатывания отсекаателя определяется длиной трубопровода от взрывоопасного аппарата до установленного отсекаателя.

Часто при возникновении взрыва в одном из аппаратов для предотвращения серьезных аварийных ситуаций требуется немедленное прекращение работы всей технологической линии. В этом случае от индикатора взрыва срабатывает специальное устройство, которое автоматически прекращает работу всей технологической нитки или отдельной группы аппаратов.

Как правило, этот способ применяют в сочетании с другими активными методами взрывозащиты.

Контроль за накоплением горючих газов и паров осуществляют с помощью специальных газоанализаторов и газосигнализаторов. Наибольшее распространение получили термохимические приборы, принцип действия которых основан на каталитическом окислении горючих примесей в воздухе в специальной камере, являющейся одним из плеч равновесного моста Уитстона. За счет выделяющейся при окислении горючих примесей теплоты плечо (электрическая спираль) нагревается, увеличивается его электрическое сопротивление, что приводит к разба-

лансировке моста. По величине разбаланса определяют содержание горючих примесей в воздухе.

Аварийное вентилирование помещений является одним из наиболее распространенных традиционных способов предупреждения образования взрывоопасных сред. Основным показателем работы системы вентиляции является кратность воздухообмена. Вентиляция обеспечивает равномерное распределение горючих примесей в пространстве и вместе с тем предотвращает возможность образования локальной взрывоопасной среды. Допустимый объем взрывоопасной среды определяется величиной развиваемого локальным облаком, образующимся при выгорании избыточного давления, которое не должно превышать 5 кПа. Этому условию соответствует объем локального облака со средней концентрацией на уровне нижнего концентрационного предела распространения пламени, равный примерно 5 % от объема помещения. Согласно расчетам ПДК горючих примесей с учетом запаса надежности (50%) составляет 3,5% нижнего предела распространения пламени.

18.2.2. Пассивные способы защиты

К *пассивным средствам* взрывозащиты технологического оборудования относится один из самых распространенных способов — применение предохранительных устройств, т.е. предохранительных мембран и клапанов и дыхательной арматуры. Установка предохранительных конструкций, применяемых для взрывозащиты технологического оборудования и помещений, служит для ослабления разрушительного действия взрыва за счет своевременного сброса из объекта защиты избыточного давления. Все эти устройства срабатывают при повышении давления сверх установленных пределов.

Предохранительные мембраны. Они представляют собой специально ослабленную часть защищаемого аппарата и срабатывают при заданном давлении. Предельная простота конструкции, высокое быстродействие, малая инерционность, полная герметизация сбросного отверстия до срабатывания мембраны — эти существенные преимущества предохранительных мембран обуславливают их широкое применение. Предохранительные мембраны обычно изготавливают из тонколистового проката пластичных материалов — алюминия, нержавеющей стали, меди, латуни, полиэтиленовой и фторопластовой пленок и др.

По характеру разрушения различают разрывные, ломающиеся, срезные, хлопающие и специальные предохранительные мембраны (рис. 18.3).

Разрывная мембрана представляет собой тонкостенный сплошной либо с прорезями купол, форма которого близка к сферическому. Разрывные мембраны устанавливаются вогнутой поверхностью в направлении давления, оказываемого средой. Срабатывание мембраны происходит при разрыве купола.

Хлопающие мембраны эффективно используются для защиты периодически вакуумируемых аппаратов. Выпуклой стороной такая мембрана обращена внутрь защищаемого аппарата. При повышении давления сферический купол теряет устойчивость, резко, с хлопком выворачивается в обратную сторону, ударяется о крестообразный нож и разрезается им. Нашли применение и хлопающие мембра-

ны без разрезных ножей, которые припаивают или приклеивают к зажимному кольцу.

Ломающиеся мембраны используют для защиты аппаратов, работающих в условиях динамических и пульсирующих нагрузок. Известны *срезные мембраны*, которые при срабатывании срезаются по острой кромке прижимного кольца и полностью освобождают проходное сечение для выхода газа. *Хрупкие мембраны* разрушаются принудительно ударным механизмом. *Отрывные мембраны* чаще всего имеют вид колпачка с проточкой, образующей ослабленное сечение.

Химическое оборудование, и в особенности аппараты для проведения периодических технологических процессов, часто подвергаются вакуумированию, а некоторые технологические процессы протекают в условиях постоянного вакуума, поэтому разрывные предохранительные мембраны должны выдерживать многократное вакуумирование без разрушения и больших пластических деформаций.

При выборе мембраны необходимо учитывать давление в аппарате, конкретные условия работы оборудования и требования, предъявляемые к его взрывобезопасности. Мембрана должна срабатывать при давлении, на 20—30 % превышающем рабочее давление.

Помимо мембран для обеспечения безопасной работы аппаратов применяют предохранительные клапаны пружинного, откидного и других типов.

Предохранительный клапан автоматического действия предназначен для выпуска из емкостей и трубопроводов излишнего количества газа, пара или жидкости при превышении давления сверх установленных пределов.

Предохранительные клапаны устанавливаются в местах, доступных для осмотра, монтажа и демонтажа. Между сосудом и предохранительным клапаном не разрешается устанавливать запорные приспособления для отключения клапана от сосуда. Отрицательно сказывается на работе клапанов обмерзание запорной тары в зимних условиях, забивка ее твердыми отложениями в кристаллических и полимеризующихся средах, ослабление герметичности.

Аппарат, в котором может произойти взрыв или протекает быстрая неуправляемая реакция, следует защищать путем установки совмещенного клапана, состоящего из мембраны и откидного клапана. В этом случае мембрана быстро срабатывает при взрыве в аппарате с большим пропускным сечением, а откидной клапан защищает сосуд от возможного превышения давления.

С целью предотвращения распространения пламени по производственным коммуникациям применяют сухие огнепреградители, жидкостные предохранительные затворы, затворы из твердых, измельченных материалов, автоматически закрывающиеся задвижки и заслонки, водяные завесы, а также быстродействующие пламеотсекатели.

Огнепреградитель сухого типа устанавливают на пожароопасном технологическом аппарате или трубопроводе. Он свободно пропускает поток газопаровоздушной смеси или жидкости через пламегасящий элемент и способствует локализации пламени.

Огнепреградители классифицируют по типу пламегасящего элемента, месту установки и времени сохранения работоспособности при воздействии пламени.

По типу пламегасящего элемента огнепреградители подразделяются на сетчатые, кассетные, с пламегасящим элементом из гранулированного материала и с пламегасящим элементом из пористого материала.

По месту установки они подразделяются на резервуарные или концевые (когда длина трубопровода, сообщающегося с атмосферой, не превышает трех его внутренних диаметров) и коммуникационные (встроенные). По времени сохранения работоспособности при воздействии пламени огнепреградители разделяют на два класса: I класс — не менее 1 ч, II класс — менее 1 ч.

Различающиеся по устройству огнепреградители имеют один и тот же принцип защитного действия, основанный на гашении пламени в узких каналах в результате потери теплоты, поступающей из зоны реакции к стенкам каналов. Насадка огнепреградителя разбивает движущуюся горючую смесь на тонкие струйки, что резко увеличивает тепловыделение, и распространение пламени прекращается.

Пламегасящая способность огнепреградителей зависит от геометрических размеров пламегасящего элемента (диаметра каналов и их высоты), которые определяются свойствами среды и классом огнестойкости огнепреградителя.

Основными элементами конструкции огнепреградителя являются корпус, пламегасящий элемент и присоединительные штуцеры.

В качестве пламегасящего элемента в сухих огнепреградителях используют насадки из гранулированных тел (шарики, кольца, гравий) и волокон (асбестовое волокно, стеклянная вата), кассеты с прямыми узкими каналами, сетчатые элементы, а также элементы из пористых металлокерамических и металловолокнистых материалов.

В насадочных огнепреградителях насадка жестко фиксируется в корпусе сетками или более прочными решетками. Все элементы огнепреградителя должны обладать достаточной механической прочностью, чтобы выдерживать давление, возникающее при детонации, и иметь минимальное гидравлическое сопротивление при прохождении газа через огнепреграждающий элемент. Это достигается установкой предохранительных клапанов и выбором оптимального соотношения между толщиной слоя насадки и площадью поперечного сечения огнепреградителя.

На рис. 18.4 представлены принципиальные схемы применяемых огнепреграждающих элементов.

С помощью сухих огнепреградителей защищают дыхательные линии резервуаров, мерников, промежуточных емкостей, напорных баков и аналогичных аппаратов с горючими жидкостями, температура которых близка или выше температуры вспышки, а также паровоздушные линии рекуперационных установок, линии газовой обвязки резервуаров с легковоспламеняющимися жидкостями и т. п.

Жидкостные предохранительные затворы. Это защитные устройства, гашение пламени в которых происходит в момент барботажа горячей газообразной смеси через слой жидкости. Конструкции гидрозатворов весьма разнообразны.

Эффективность работы гидрозатвора обеспечивается определенной высотой слоя жидкости, через который проходит горячая смесь, а также степенью дробле-

ния газового потока на пузырьки или струйки. Прекращению горения способствует насыщение горячей смеси парами жидкости, через которую смесь барботируют. Это связано с уменьшением уровня жидкости, что необходимо учитывать для обеспечения надежной и эффективной работы гидрозатвора. Кроме того, гидрозатворы должны надежно задерживать распространение взрывной волны.

Гидрозатворы устанавливают на линиях производственной канализации, трубопроводах аварийного слива жидкостей, переливных линиях мерников и резервуаров, наполнительных и расходных линиях подземных резервуаров, газовых ацетиленовых линиях и т.д.

Аварийный слив. Аварийный слив с автоматизированной системой пуска используют для экстренной эвакуации горючей жидкости из технологических аппаратов и емкостей. Слив может осуществляться самотеком или под давлением инертной средой. Выдавливание инертной средой более эффективно, так как требует меньшей затраты времени. В качестве инертной среды используют азот, водяной пар и диоксид углерода.

Принципиальная схема аварийного слива жидкости из аппарата под напором инертной среды представлена на рис. 18.5.

Для аварийного слива предусмотрены специальные резервуары подземного или полуподземного типа, расположенные на безопасном нормируемом расстоянии вне здания. В качестве аварийных следует использовать резервуары закрытого типа, защищенные дыхательными трубами с установленными на них огнепреградителями. Днище резервуара должно иметь коническую форму для удаления скапливающегося в нем водяного конденсата. Чтобы исключить возможность взрыва при сливе высоконагретых жидкостей в аварийный резервуар и образования взрывоопасных концентраций паров с воздухом, перед сливом емкость продувают инертным газом или водяным паром. Линию аварийного слива прокладывают с наклоном к дренажной емкости и защищают от распространения по ней пламени с помощью гидравлического затвора. Установка задвижек по длине аварийного слива не допускается. Монтируют лишь задвижку, отключающую аппарат. Рекомендуются предусматривать автоматическое включение аварийных задвижек и блокирование их устройством для аварийной остановки аппаратов.

Допустимая продолжительность аварийного режима слива, исходя из условий безопасности, устанавливается в пределах 10-30 мин.

Иногда, например, при остановке аппаратов на профилактический осмотр или ремонт, в частности на складах огнеопасных жидкостей, предусматривают перекачку огнеопасных жидкостей в другие аппараты и емкости, находящиеся в менее опасной зоне. При этом жидкость можно перекачивать насосами, под давлением инертных газов, а в некоторых случаях (в зависимости от температуры вспышки жидкости) сжатым воздухом.

При возникновении пожара бывает необходим не только аварийный слив жидкостей, но и сброс из аппаратов паров и газов. При аварии газы сбрасывают в атмосферу по специальным аварийным стравливающим линиям или через предохранительные клапаны.

Линии для аварийного сброса газа могут быть самостоятельными для каждого аппарата или объединенными в общий коллектор. Автономные стравливающие линии и линии от коллекторов выходят за пределы производственного помещения и располагаются на 2—3 м выше конька крыши наиболее высокого из прилегающих зданий и сооружений. Высота свечи должна обеспечивать своевременное рассеивание стравливаемого газа в воздухе, не вызывая взрыва или отравления.

При наличии большого числа емкостей и аппаратов, из которых возможен выброс газа через предохранительные клапаны и стравливающие линии устраивают специальные цеховые или общезаводские факельные установки для его сжигания. В факельной установке имеется защищенный от задувания ветром «маяк» (постоянно горящий язык пламени), специально подпитываемый от другого источника газа. Этот «маяк» обеспечивает воспламенение газа.

Чтобы избежать попадания в магистральную линию конденсата или жидкости из аппаратов, устанавливают сепараторы. Для предупреждения возможности проскока пламени горящего газа внутрь трубы на всех газовых линиях индивидуального стравливания и вблизи ствола факела в доступных для осмотра и ремонта местах размещают огнепреградители.

При транспортировке по трубопроводам измельченных твердых сгораемых материалов в случае появления огня возможно его распространение навстречу движению горючего вещества. Для ликвидации этого на трубопроводах устанавливают *сухие затворы*.

Сухой затвор, заполняющий все сечение трубы, исключает возможность образования воздушного пространства, а, следовательно, и возможность распространения пламени.

Чаще всего для этих целей применяют шнековые питатели, на валу которых перед выходным патрубком снято несколько витков (рис. 18.6). С помощью такого устройства во внутреннем объеме шнека образуется пробка из транспортируемого материала.

Аналогичного типа преграды могут создавать и специальные устройства, выполненные в виде крыльчатки с заслонками, а также бункеры, заполненные твердым материалом.

Автоматически действующие задвижки и заслонки устанавливают на воздуховодах, в местах прохода труб через глухие стены из одного помещения в другое, перед вентиляторами. Они перекрывают сечение трубы и тем самым прекращают движение смеси, а, следовательно, и распространение пламени. Принципиальные схемы простейших автоматически действующих заслонок и задвижек представлены на рис. 18.7

Проскок пламени предотвращается в том случае, если задвижка плотно перекрывает сечение трубы еще до приближения к ней фронта горения.

Эффективность срабатывания задвижек и заслонок повышает автоматически действующий привод. Сигнал датчика, реагирующего либо на повышение температуры, либо на излучение, либо на проявление дыма, передается на исполнительный механизм, который приводит в действие задвижку или шибер. Авто-

матически действующие задвижки или заслонки оснащены вращающимся или падающим шибером.

В заслонках с вращающимся шибером плотность закрывания достигается с помощью небольшого груза или специального противовеса, закрепленного на оси шибера. В задвижках с падающим шибером уплотнение обеспечивается опусканием шибера, перекрывающего сечение трубы.

18.3. Огнестойкость строительных конструкций и зданий

Огнестойкость - способность зданий, сооружений и строительных конструкций сохранять свои функции при пожаре (СТБ 11.1.03-94 "Пассивная противопожарная защита. Термины и определения").

Огнестойкость конструкций характеризуется пределом огнестойкости строительных конструкций.

Предел огнестойкости - показатель огнестойкости конструкции, определяемый временем от начала стандартного огневого испытания до наступления одного из нормируемых для данной конструкции предельных состояний по огнестойкости.

Предельное состояние конструкции по огнестойкости - состояние конструкции, при котором она утрачивает способность сохранять одну из своих противопожарных функций. Нормируются следующие предельные состояния:

Потеря несущей способности (R) вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций. К несущим элементам здания относятся конструкции, обеспечивающие его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре.

Потеря целостности (E) в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя.

Потеря теплоизолирующей способности (I) вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем на 140°C, в отдельной точке на 180°C, либо достижение температуры 220°C.

Для оценки огнестойкости строительных конструкций используется стандартная температурная кривая пожара:

$$t=345 \lg(8\tau+1),$$

где t - температура в очаге пожара, °C; τ - время пожара, мин.

Сущность методов определения предела огнестойкости заключается в установлении времени от начала, теплового воздействия на конструкцию до наступления одного или последовательно нескольких предельных состояний по огнестойкости с учетом функционального назначения конструкции.

Для нормирования пределов огнестойкости несущих и ограждающих конструкций по ГОСТ 30247.1 используются следующие предельные состояния:

- для колонн, балок, ферм, арок и рам - только потеря несущей способности конструкции и узлов - **R**;

- для наружных несущих стен и покрытий - потеря несущей способности и целостности - **R, E**,
- для наружных ненесущих стен - **E**;
- для ненесущих внутренних стен и перегородок - потеря теплоизолирующей способности и целостности - **E, I**;
- для несущих внутренних стен и противопожарных преград - потеря несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности **R, E, I**.

Обозначение предела огнестойкости строительной конструкции состоит из условных обозначений, нормируемых для данной конструкции предельных состояний, цифры, соответствующей времени достижения одного из этих состояний (первого по времени) в минутах. Например:

R 120 - предел огнестойкости 120 минут - по потере несущей способности;

RE 60 - предел огнестойкости 60 минут - по потере несущей способности и потере целостности независимо от того, какое из двух предельных состояний наступит ранее;

REI 30 - предел огнестойкости 30 минут - по потере несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности, независимо от того, какое из трех предельных состояний наступит ранее.

Если для конструкции нормируются (или устанавливаются) различные пределы огнестойкости по различным предельным состояниям, обозначение предела огнестойкости состоит из двух или трех частей, разделенных между собой наклонной чертой. Например: **R 120 /EI 60**- предел огнестойкости 120 минут - по потере несущей способности / предел огнестойкости 60 минут - по потере целостности или теплоизолирующей способности, независимо от того, какое из двух последних предельных состояний наступит ранее.

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса: К0 – непожароопасные, К1 – малопожароопасные, К2- умереннопожароопасные, К3 – пожароопасные. *Класс пожарной опасности* представляет собой классификационную характеристику пожарной опасности конструкции и определяется по результатам стандартных испытаний.

Пределы огнестойкости строительной конструкции определяются:

- по результатам испытаний по методике ГОСТ 30247.1 (данный результат является наиболее точным);
- по результатам аналитических расчетов по установленным методикам;
- по нормативным документам.

Огнестойкость зданий, а также частей зданий, выделенных противопожарными стенами 1-го типа (пожарных отсеков), характеризуется степенью огнестойкости.

Степень огнестойкости здания - классификационная характеристика объекта, определяемая показателями огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций.

Нормирование зданий и сооружений по степеням огнестойкости необходимо для обеспечения требований системы противопожарной защиты в части огра-

ничения распространения пожара за пределы очага и обеспечения коллективной защиты людей и материальных ценностей в зданиях и сооружениях.

С этой целью здания по функциональному назначению подразделяются на следующие классы: Ф1 – здания для постоянного и временного проживания; Ф2 – зрелищные и культурно-просветительские учреждения; Ф3 - предприятия по обслуживанию населения; Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации; Ф5 – производственные и складские здания, сооружения и помещения (Ф5.1 - производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские; Ф5.2 – складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения; Ф5.3 - сельскохозяйственные здания; Ф5.4 – административные и бытовые здания предприятий).

В соответствии с требованиями СНБ 2.02.01-98 "Пожарно-техническая классификация зданий и сооружений, строительных конструкций и материалов" здания делятся на восемь степеней огнестойкости в зависимости от значений пределов огнестойкости и классов пожарной опасности основных строительных конструкций (табл.4.6).

Таблица 4.6. Пределы огнестойкости и классы пожарной опасности строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости и класс пожарной опасности строительных конструкций							
	Несущие элементы здания	Самонесущие стены	Наружные несущие стены	Перекрытия	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
					Настилы	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120-K0	RE 90-K0	E 60-K0	REI 90-K0	RE 30-K0	R 30-K0	REI 120-K0	R 60-K0
II	R 120-K0	RE 75-K0	E 30-K0	REI 60-K0	RE 30-K0	R 30-K0	REI 120-K0	R 60-K0
III	R 90-K0	RE 60-K0	E 30-K0	REI 60-K0	RE 30-K0	R 30-K0	REI 105-K0	R 45-K0
IV	R 60-K0	RE 45-K0	E 30-K1	REI 45-K0	RE 15-K1	R 15-K1	REI 90-K0	R 45-K0
V	R 45-K1	RE 30-K1	E15 K2	REI 45-K1	RE 15-K1	R 15-K1	REI 60-K0	R 45-K0
VI	R 30-K2	RE 15-K2	E15 -K2	REI 30-K2	RE15-K2	R15-K2	REI 45-K0	R 30-K1
VII	R 15-K3	RE 15-K3	E 15-K3	REI 15-K3	RE 10-K3	R 10-K3	REI 30-K1	R 15-K2
VIII	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К1	Н.Н.-К2

Примечания:

1. К несущим элементам здания относятся: - несущие стены, колонны, балки перекрытий, ригели, фермы, элементы арок и рам, диафрагмы жесткости, а также другие конструкции (за исключением самонесущих стен) и связи, обеспечивающие общую устойчивость и геометрическую неизменяемость здания.

2. В зданиях всех степеней огнестойкости требования по пределам огнестойкости

внутренних ненесущих стен и перегородок заполнения проемов в строительных конструкциях (дверей, ворот, окон, люков, а также фонарей), не предъявляются, за исключением специально оговоренных случаев и на степень огнестойкости здания не влияет.

18.4. Категорирование помещений, зданий, наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

В соответствии с Нормами пожарной безопасности Республики Беларусь НПБ 5-2005 помещения и здания подразделяются по взрывопожарной и пожарной опасности на категории А, Б, В1, В2, В3, В4, Г1, Г2 и Д (табл. 18.1).

Таблица 18.1. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А – взрывопожароопасная	Горючие газы (ГГ), ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 ⁰ С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б – взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 ⁰ С, горючие жидкости (ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные и паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 – пожароопасные	ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г1	ГГ, ЛВЖ, ГЖ, твердые горючие вещества и материалы, используемые в качестве топлива
Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, горючие вещества и материалы в таком количестве, что удельная пожарная нагрузка на участке их размещения в помещении не превышает 100 МДж/м ²

Указанные категории применяют для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности помещений и

зданий в отношении планировки и застройки, этажности, площадей, размещения помещений, конструктивных решений, инженерного оборудования.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода, исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетом по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т.д.) среды.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности их к категориям начиная от высшей (А) к низшей (Д).

Для определения расчетного избыточного давления взрыва необходимо рассчитать количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовывать взрывоопасные воздушные или паровоздушные смеси. Оно определяется исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов;
б) все содержимое аппарата поступает в помещение;
в) одновременно происходит утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов. Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорное устройство, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости. Площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей – на 1 м² пола помещения;

д) происходит также испарение жидкости из емкости, эксплуатируемой с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей;

е) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Количество пыли, которое может образовать взрывоопасную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема помещения.

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

$$\Delta P = P_{\max} - P_0 \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{\text{св}} \cdot \rho_m} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot 0,33 ,$$

где P_{\max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газозооушной или парозооушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При их отсутствии допускается принимать P_{\max} равным 900 кПа; P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа); m – масса ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение; Z – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения; $V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³; ρ_m – плотность газа или пара при расчетной температуре t_p , кг/м⁻³; $C_{\text{ст}}$ – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.).

Определение пожароопасной категории В1-В4 помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту – пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной нормативной удельной пожарной нагрузки.

Пожарная нагрузка Q , МДж, включающая в себя различные сочетания (смесь) горючих жидкостей, твердых горючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, определяется из соотношения

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{\text{Hi}}^p ,$$

где G_i – количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; Q_{Hi}^p – низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг, (табл. 18.2).

Таблица 18.2. Низшая теплота сгорания некоторых материалов

Горючий материал	Теплота сгорания, МДж·кг ⁻¹
Бумага разрыхленная	13,4
Волокно штапельное разрыхленное	13,8
Древесина в изделиях (влажность 8...10%)	13,8
Древесина в штабелях (пиломатериалы, высотой слоя 4...8 м, при плотности укладки 0,2...0,3 и влажности 12...14%).	16,6
Карболитовые изделия	24,9
Каучуки: - синтетический;	40,2
- натуральный	42,3
Книги на стеллажах	13,4
Органическое стекло	25,1
Пенополиуретан	24,3

Полистирол	39,0
Полипропилен (в изделиях)	45,6
Полиэтилен (в изделиях)	47,1
Резинотехнические изделия	33,5
Торф в караванах (влажность 40%)	11,3
Толуол	41,03
Хлопок разрыхленный	15,7

Удельная пожарная нагрузка g , МДж/м², определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S},$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м².

Полученное значение пожарной нагрузки сравнивается с нормативными показателями, приведенными в табл. 18.3.

Таблица 18.3. Разделение помещений на категории В1—В4

Категория	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж/м ²
В1	Более 2200
В2	1400-2200
В3	200-1400
В4	100-200

После определения категории помещений (участков) можно оценить категорию всего здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

Категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности определяются также в соответствии с НПБ 5-2005 и Пособий к нему.

Правильный выбор категории помещений, зданий и наружных установок имеет первостепенное значение при проектировании и эксплуатации объектов, связанных с обращением огнеопасных жидкостей, так как позволяет определить основные требования к генеральному плану, конструкции производственных зданий и расположению в них оборудования, к вентиляции, исполнению электрооборудования и др.

В итоге это дает возможность установить оптимальные соотношения между безопасностью производства и размером капитальных вложений на строительство и эксплуатацию объектов.

18.5. Объемно-планировочные решения производственных зданий

Для ограничения распространения пожара из одной части здания в другую и уменьшения возможной площади горения устраивают *противопожарные преграды*, к которым относятся противопожарные стены, перегородки, перекрытия, зоны, тамбур-шлюзы, двери, окна, люки и клапаны.

Противопожарные стены служат для разделения объема здания на пожарные отсеки, площадь которых устанавливается противопожарными нормами. По размещению в здании противопожарные стены бывают внутренние и наружные, продольные и поперечные. Противопожарные стены разделяют здание по всей его высоте, включая все конструкции и этажи. При этом они могут не возвышаться

или возвышаться над покрытием на 30 или 60 см в зависимости от конструкции покрытий.

Противопожарные перегородки представляют собой разновидность противопожарных стен и предназначены, кроме того, для разделения различных по пожарной опасности технологических процессов в производственных зданиях с целью исключения распространения вредных, взрыво-, паро- или пылевоздушных смесей в смежные помещения.

Противопожарные перекрытия - это перекрытия, выполненные из негорючих материалов, не имеющие проемов, через которые могут проникать продукты горения при пожаре, и обладающие требуемым пределом огнестойкости. Их устраивают для исключения распространения пожара по вертикали здания и изоляции различных по пожарной опасности технологических процессов.

Противопожарные зоны представляют собой объемные элементы зданий. Противопожарная зона первого типа выполняется в виде вставки, разделяющей здание по всей ширине (длине) и высоте.

Вставка - это часть здания, ограниченная противопожарными стенами требуемой огнестойкости, отделяющими ее от пожарных отсеков. Ширина зоны должна быть не менее 12 м.

Противопожарные двери имеют различные конструкции. Их изготавливают из трудногорючих и негорючих материалов.

Противопожарные окна обычно устраивают из пустотелых стеклянных блоков на цементном растворе с армированием горизонтальных швов.

Все перечисленные противопожарные преграды относятся к *общим*. Они предназначены для ограничения объемного распространения пожара из одного помещения в смежные по всей высоте здания, из одного этажа в следующий или из одного помещения в другое в пределах этажа.

К *местным* противопожарным преградам относят такие, которые ограничивают линейное распространение пожара: по поверхности конструкции, по ее пустотам, по разлитой жидкости и другим материалам. Они представляют собой гребни, козырьки, бортики и т.п.

Проемы в противопожарных перегородках, отделяющих помещения категорий А и Б от помещений других категорий, а также коридоров и лестничных клеток, следует защищать *тамбур-шлюзами* 2-го типа. Устройство совмещенных тамбур-шлюзов для двух и более указанных помещений не допускается.

В проемах противопожарных преград (за исключением противопожарных стен 1-го типа), которые по условиям технологического процесса не могут отделяться противопожарными дверями, воротами или тамбур-шлюзами, допускается предусматривать открытые тамбуры глубиной не менее 4 м, оборудованные установками автоматического пожаротушения с объемным расходом воды не менее 1 л/с на 1 м² пола тамбура или автоматически закрываемыми при пожаре воротами, дверями, люками. Ограждающие конструкции тамбура должны быть противопожарными с пределом огнестойкости не ниже КЕ1 45.

В помещениях категорий А и Б следует предусматривать наружные легко-сбрасываемые ограждающие конструкции.

В двух- и трехэтажных зданиях класса Ф5.4 VI и VII степеней огнестойкости несущие конструкции должны иметь предел огнестойкости не ниже R 45.

Здания складов категорий А и Б следует проектировать II и III степеней огнестойкости.

Многоэтажные здания складов категорий Б и В1-В4 допускается проектировать шириной не более 60 м.

Высоту одноэтажных зданий складов II-IV степеней огнестойкости следует принимать до 25 м, V-VII степеней огнестойкости - до 18 м, VIII степени огнестойкости - до 6 м.

При проектировании и строительстве промышленных зданий должны предусматриваться эвакуационные пути и выходы на случай возникновения пожара или аварии.

Пути эвакуации следует устанавливать, исходя из условия обеспечения безопасности людей с учетом количества эвакуируемых, степени огнестойкости и класса здания по функциональной пожарной опасности, количества эвакуационных выходов с этажа и из здания в целом, а также технических средств противопожарной защиты.

Выходы являются эвакуационными, если они ведут из помещений:

- первого этажа - наружу непосредственно, через коридор, вестибюль (фойе), коридор и вестибюль, коридор и лестничную клетку;

- любого надземного этажа (кроме первого) - непосредственно на лестничную клетку или в коридор (холл), ведущий на лестничную клетку; при этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями;

- подвального или цокольного этажа - наружу непосредственно, через лестничную клетку или через коридор, ведущий в лестничную клетку, при этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно либо изолированный от вышележащих этажей;

- в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными выше, за исключением специально оговоренных случаев.

Эвакуационные выходы наружу допускается предусматривать через тепловые тамбуры.

Части здания различной функциональной пожарной опасности, разделенные противопожарными стенами и перекрытиями 1-го типа (пожарные отсеки), обеспечивают самостоятельными путями эвакуации.

Количество и суммарная ширина эвакуационных выходов определяются в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места их возможного пребывания до ближайшего эвакуационного выхода.

Эвакуационные выходы располагают рассредоточенно. Минимальное расстояние L , м, между наиболее удаленными один от другого эвакуационными выходами из помещения определяют по формуле

$$L \geq 1,5\sqrt{P},$$

где Р - периметр помещения, м.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода регламентировано в зависимости от степени огнестойкости здания и класса функциональной пожарной опасности, категории помещения (здания) по взрывопожарной и пожарной опасности, численности эвакуируемых, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей (табл. 18.4).

Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания.

Лифты, эскалаторы и другие механические средства транспортирования людей, в том числе пожарные лифты, не следует учитывать при проектировании путей эвакуации.

В помещениях с наличием постоянных рабочих мест свыше пяти запрещается устройство на окнах глухих решеток.

Стены и перегородки, ограждающие общие пути эвакуации (коридоры, холлы, вестибюли и лифтовые холлы) от смежных помещений, должны иметь предел огнестойкости не менее REI (EI) 45 – в зданиях 1 – 1У степеней огнестойкости; REI (EI) 30 – в зданиях У и У1 степеней огнестойкости; REI (EI) 15 – в зданиях У11 степеней огнестойкости.

Требования по ограничению распространения пожара в зданиях и сооружениях установлены в ТКП 45-2.02-92-2007 «Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Строительные нормы проектирования», ТКП 45-2.02-34-2006 «Здания и сооружения. Отсеки пожарные. Нормы проектирования», ТКП 45-2.02-22-2006 «Здания и сооружения. Эвакуационные пути и выходы. Правила проектирования», ТКП 45-2.02-38-2006 «Конструкции легкобросываемые. Правила расчета» и др.

Таблица 18.4. Расстояние до эвакуационных выходов в производственных зданиях

Класс здания по функциональной пожарной опасности	Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Степень огнестойкости здания	Расстояние по коридору, м, до выхода наружу или в ближайшую лестничную клетку при плотности людского потока в коридоре, чел/м ² (при расположении выхода между двумя лестничными клетками / при выходе в тупиковый коридор)				
			до 2	св.2 до 3	св.3 до 4	св.4 до 5	св. 5
Ф 5.4	не имеет категории	I	60 / 30	55 / 27	45 / 22	35 / 17	-
		II, III	55 / 27	50 / 25	40 / 20	30 / 15	-
		IV	50 / 25	45 / 22	35 / 17	25 / 12	-
		V, VI	40 / 20	35 / 17	30 / 15	25 / 12	-
		VII	35 / 17	30 / 15	25 / 12	20 / 10	-
		VIII	30 / 15	25 / 12	20 / 10	15 / 7	-
Ф 5 (кроме Ф5.4)	А, Б	I	60 / 30	50 / 25	40 / 20	35 / 17	-
		II, III	60 / 30	50 / 25	40 / 20	35 / 17	-
		IV	55 / 27	45 / 22	35 / 17	30 / 15	-
		V, VI	50 / 25	40 / 20	30 / 15	25 / 10	-

B1	I	100 / 30	85 / 25	65 / 20	60 / 15	-
	II, III	90 / 30	80 / 25	60 / 20	55 / 15	-
	IV	80 / 25	70 / 22	55 / 17	50 / 12	-
	V, VI	70 / 22	60 / 20	50 / 15	45 / 10	-
	VII	60 / 20	50 / 15	45 / 12	40 / 10	-
	VIII	50 / 15	45 / 10	40 / 10	35 / 8	-
	B2	I	110 / 30	90 / 25	70 / 20	62 / 15
II, III		100 / 30	95 / 25	65 / 20	57 / 15	-
IV		90 / 25	80 / 22	60 / 17	52 / 12	-
V, VI		80 / 22	70 / 20	55 / 15	47 / 10	-
VII		70 / 20	60 / 15	50 / 12	42 / 10	-
VIII		55 / 15	50 / 10	40 / 10	35 / 8	-
B3, B4		I	120 / 30	95 / 25	80 / 20	65 / 15
	II, III	110 / 30	90 / 25	75 / 20	60 / 15	-
	IV	100 / 25	85 / 22	70 / 17	55 / 12	-
	V, VI	90 / 22	75 / 20	60 / 15	50 / 10	-
	VII	80 / 20	65 / 15	55 / 12	45 / 10	-
	VIII	60 / 15	50 / 10	45 / 10	35 / 8	-
	Г1, Г2, Д	I	180 / 60	140 / 50	120 / 40	100 / 30
II, III		170 / 55	130 / 50	110 / 40	90 / 30	-
IV		160 / 50	120 / 45	100 / 35	80 / 25	-
V, VI		140 / 40	100 / 35	80 / 25	60 / 20	-
VII		125 / 30	100 / 25	85 / 20	70 / 15	-
VIII		90 / 20	70 / 15	60 / 15	50 / 10	-

*Примечания:

1. Плотность людского потока определяется как отношение количества людей, эвакуирующихся из помещений в коридор, к площади этого коридора, чел./м².
2. В зданиях класса Ф5.3 расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода из помещений категории Б допускается увеличивать на 50 %, если площадь пола, не занятого оборудованием, на одного работающего в наиболее многочисленной смене составляет 75 м² и более.
3. При размещении на одном этаже помещений различных категорий расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения до эвакуационного выхода определяется по более опасной категории.
4. Знак « - » означает отсутствие нормативных требований ввиду недопустимости в зданиях класса Ф5 людских потоков плотностью свыше 5 чел/м²

18.6. Пожарная безопасность при хранении веществ и материалов

В Правилах ППБ 1-01-94 установлены требования пожарной безопасности совместного хранения веществ и материалов, особенно жесткие в отношении опасных и особо опасных. В одном помещении склада запрещается хранить вещества и материалы, для которых рекомендуется использовать неоднородные средства пожаротушения.

Требования Правил распространяются на все организации, имеющие склады или базы для хранения веществ и материалов, за исключением взрывчатых и радиоактивных веществ и материалов, которые должны храниться и перевозиться в соответствии со специальными правилами.

Возможность совместного хранения веществ и материалов определяется на основе количественного учета показателей пожарной опасности, токсичности, химической активности и однородности средств пожаротушения.

Сочетание этих свойств и определяет совместимость и несовместимость веществ и материалов друг с другом при хранении. *Несовместимыми* называются такие вещества и материалы, совместное хранение которых (без учета защитных свойств тары или упаковки) увеличивает пожарную опасность каждого из них в

отдельности, вызывает дополнительные трудности при тушении пожара, способствует вступлению их в реакции друг с другом с образованием опасных веществ и тем самым усугубляет экологическую обстановку при пожаре.

Крупные промышленные предприятия, как правило, имеют большое складское хозяйство для хранения сырьевых, вспомогательных, хозяйственных, строительных и других материалов, а также готовой продукции, полупродуктов, горючего, масел, тары и т.п.

Перечисленные материалы по внешним признакам можно разделить на следующие группы: штучные (тарные), сыпучие, жидкие, газообразные.

Особое внимание следует уделять складам материалов, из которых при загрузке, выгрузке, транспортировании могут выделяться в воздух токсичные, агрессивные, коррозионно-активные и горючие компоненты, пыль и т.п.

В связи с высокой потенциальной пожарной опасностью складского хозяйства Правилами установлены следующие требования.

При погрузочно-разгрузочных работах, складировании веществ и материалов необходимо учитывать их агрегатное состояние, совместимость и однородность необходимых средств пожаротушения, исходя из которых должны определяться место и способ складирования материала, конструкция тары, а также режим хранения.

Складские операции (погрузка, разгрузка, укладка, расфасовка и т.п.) производятся подъемно-транспортными средствами, которые исключают повреждение тары, пролив жидкости, просыпь порошкообразных веществ и не являются источниками зажигания.

Для складов разрабатывается план размещения веществ и материалов с указанием их наиболее характерных свойств (взрывопожароопасные, ядовитые, химически активные и т.п.).

Хранение продукции в складских помещениях осуществляется с учетом необходимости обеспечения свободного доступа для контроля за ее состоянием.

В складских помещениях предусматриваются проходы соответствующих размеров: напротив ворот - не менее ширины ворот; напротив дверных проемов - шириной, равной ширине дверей, но не менее 1 м; между стеной и штабелем (стеллажом), а также между стеллажами - 0,8 м. Проходы и места штабельного хранения обозначают на полу хорошо видимыми ограничительными линиями.

Горючие вещества независимо от агрегатного состояния хранят отдельно от окислителей.

В помещениях, где хранятся химические вещества, способные плавиться при пожаре, необходимо предусматривать устройства, ограничивающие свободное растекание расплава (бортики, пороги, пандусы и т.п.).

Вещества, которые при нагревании или взаимодействии выделяют токсичные или горючие продукты разложения, хранят отдельно от других веществ в специально оборудованном складском помещении.

ЛВЖ и ГЖ, твердые и газообразные горючие материалы, вещества, самовоспламеняющиеся на воздухе, взаимодействующие с водой и друг с другом, а

также органические и неорганические перекиси должны храниться в отдельных складах (секциях, отсеках).

Каждый вид сжатого или сжиженного газа (горючего и негорючего, ядовитого и неядовитого) хранят отдельно. Группу негорючих и неядовитых газов допускается хранить совместно в одном складе.

Помещения склада, в которых находятся ЛВЖ, ГЖ, ГГ и ядовитые газы, обеспечивают постоянно действующей вентиляцией с рассчитанной кратностью воздухообмена.

В складах и под навесами, где хранятся кислоты, необходимо иметь готовые растворы мела, извести или соды для нейтрализации пролитой кислоты. Места хранения кислот должны быть обозначены.

При хранении ЛВЖ и ГЖ в таре должны соблюдаться определенные требования.

ЛВЖ в таре хранят только в закрытых складах, где исключается резкое колебание температуры окружающей среды.

Хранение ГЖ в таре допускается в зданиях высотой не более трех этажей, а ЛВЖ - в одноэтажных, без подвалов и чердаков.

ГЖ допускается хранить на открытой площадке в таре, материал которой стоек к атмосферным воздействиям.

Бутыли, бочки, барабаны с реактивами устанавливают на открытых площадках группами (не более 100 штук в каждой) с разрывом между группами не менее 1 м. В каждой группе хранят продукцию только определенного вида, в чем делаются соответствующие указательные надписи.

Площадки необходимо хорошо утрамбовывать и ограждать барьерами. Бутылки с реактивами на открытых площадках защищают от воздействия солнечных лучей.

В помещении склада нефтепродуктов в таре разрешается хранить не более 200 м³ ЛВЖ или 1000 м³ ГЖ. При одновременном совместном хранении ЛВЖ и ГЖ вместимость складского помещения следует определять, приравнявая 1 м³ ЛВЖ к 5 м³ ГЖ.

В хранилищах при ручной укладке бочки с ЛВЖ и ГЖ устанавливают на полу не более чем в два ряда, при механизированной укладке бочек с ГЖ - не более пяти, а с ЛВЖ - не более трех рядов. Ширина штабеля должна быть не более двух бочек. Ширину главных проходов для транспортирования бочек следует предусматривать не менее 1,8 м, а между штабелями - не менее 1 м.

ЛВЖ в стеклянной таре (бутылях) емкостью более 30 л хранят на полу в один ярус. Устанавливать их на стеллажах или в штабель запрещается.

Пожаровзрывоопасные и химически активные жидкости в стеклянной таре упаковывают в прочные ящики или обрешетки (деревянные, пластмассовые, металлические) с заполнением свободного пространства соответствующими прокладочными и впитывающими материалами. Стенки ящиков и обрешеток должны быть выше закупоренных бутылей и банок на 5 см. Перевозку ЛВЖ и ГЖ мелкими партиями в стеклянной таре осуществляют в деревянных ящиках с крышками.

ЛВЖ в крупной таре (бутылях объемом 10 и 20 л) допускается хранить и перемещать только во вторичной упаковке (корзине, обрешетке и т.п.). ЛВЖ с низкой температурой кипения (ниже 50⁰С) следует хранить в прохладных помещениях.

Жидкости, которые при нагревании или непродолжительном горении разлагаются или вскипают, следует хранить отдельно от других веществ.

В зданиях складов все операции, связанные с вскрытием тары, проверкой исправности и мелким ремонтом, расфасовкой продукции, приготовлением рабочих смесей пожароопасных жидкостей (нитрокрасок, лаков и т.п.), производят в специально оборудованных помещениях, изолированных от мест хранения.

Деревянные стеллажи в складских помещениях обрабатывают огнезащитными составами. Периодичность обработки определяется нормативной документацией на составы.

Хранение деревянной порожней тары осуществляют на специально отведенных площадках вне складских и производственных помещений.

Хранение грузов и погрузочных механизмов на рампах складов не допускается. Материалы, разгруженные на рампу, к концу работы склада убирают.

На территории резервуарных парков и на открытых площадках для хранения использованной тары выделяют специальные места. Тару перед размещением на хранение очищают от сгораемых остатков.

Открытые площадки для хранения нефтепродуктов в таре огораживают земляным валом или негорючей сплошной стенкой высотой не менее 0,5 м с пандусами и окружают кюветом для отвода сточных вод.

В пределах одной обвалованной площадки допускается размещать не более шести штабелей размером 25x15 м и высотой 5,5 м с разрывами между штабелями, штабелями и валом (стенкой) — не менее 5 м. Разрывы между штабелями смежных площадок должны быть не менее 15 м.

Не разрешается разливать нефтепродукты, а также хранить упаковочный материал и тару непосредственно в хранилищах и на обвалованных площадках.

При перевозке ЛВЖ и ГЖ тару наполняют до нормы, установленной стандартами или техническими условиями на данную продукцию.

Места погрузки и разгрузки пожаровзрывоопасных и пожароопасных веществ и материалов оборудуют:

- специальными приспособлениями, обеспечивающими безопасные условия проведения работ (стойки, щиты, трапы, носилки и т.п.). При этом для стеклянной тары предусматривают тележки или специальные носилки, имеющие гнезда. Допускается переносить стеклянную тару в исправных корзинах с ручками, обеспечивающими возможность перемещения их двумя работающими;

- средствами пожаротушения и ликвидации аварийных ситуаций;

- исправным стационарным или временным освещением, соответствующим классу зоны по ПУЭ.

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ с пожаровзрывоопасными и пожароопасными грузами работающие должны соблю-

дать требования маркировочных знаков и предупреждающих надписей на упаковках.

Перед заполнением резервуаров, цистерн, тары и т.п. необходимо проверить исправность имеющегося мерного устройства.

Контрольные вопросы

1. Какие способы взрывозащиты технологического оборудования относятся к активным?
2. Что относится к пассивным мерам защиты технологического оборудования?
3. Как осуществляется аварийный слив горючей жидкости из технологических аппаратов, емкостей?
4. Какие вы знаете категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий?
5. Что такое степень огнестойкости и как подразделяются конструкции и здания по этому показателю?
6. Какие требования предъявляются к эвакуационным выходам?
7. Какие меры безопасности необходимо предусматривать при хранении веществ и материалов?

Глава 19. Средства тушения пожаров и пожарная сигнализация

19.1. Способы и средства тушения пожаров

Тушение пожара представляет собой процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для его ликвидации (ГОСТ 12.1.003).

Тушение пожара сводится к активному механическому, физическому или химическому воздействию на зону горения для нарушения ее устойчивости одним из принятых средств.

Устойчивость горения зависит в первую очередь от температуры в зоне химической реакции, которая определяется условиями теплообмена с окружающей средой.

Таким образом, нарушение теплового равновесия и снижение температуры в зоне горения при пожаротушении может быть достигнуто или увеличением скорости потерь теплоты или уменьшением скорости выделений теплоты в зоне горения.

Важным компонентом эффективного пожаротушения является правильный выбор способов и средств пожаротушения.

Выбор средств пожаротушения зависит от технологии производства и физико-химических свойств применяемого сырья, полупродуктов и продуктов; от условий, исключающих появление вредных побочных явлений при взаимодействии огнетушащего средства с горящим веществом (например, взрывов, образования токсических газов и др.), а также от условий протекания процесса горения и технических возможностей, используемых для тушения пожара.

При тушении пожаров широкое применение находят такие вещества, как вода, ее пары, а также другие жидкости, газы, порошки некоторых веществ, обладающих наиболее эффективным огнетушащим действием.

Огнетушащее вещество - это вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения. Огнетушащие вещества могут быть в твердом, жидком или газообразном состоянии (ГОСТ 12.1.033).

При выборе вещества для пожаротушения необходимо учитывать его совместимость с горящим материалом, т.е. исключить возможность возникновения взрыва, выделений ядовитых, коррозионно-активных и других веществ в зоне пожара.

Наиболее распространенным средством пожаротушения является вода.

Огнетушащие вещества. Как говорилось выше, *вода* является наиболее дешевым и распространенным средством тушения пожаров. Она обладает высокой теплоемкостью (теплота парообразования составляет 2258 Дж/г), повышенной термической стойкостью (свыше 1700⁰С), значительным увеличением объема при парообразовании (1 кг воды образует при испарении свыше 1700 л пара).

Вода обладает также тремя свойствами огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горения и изолирует горючие вещества от зоны горения.

Воду применяют для тушения твердых горючих материалов, создания водяных завес и охлаждения объектов (технологических установок, аппаратов, сооружений, зданий и др.), расположенных вблизи очагов горения.

Воду не применяют для тушения установок и оборудования, находящихся под напряжением, в связи с ее высокой электропроводностью.

При тушении водой легких нефтепродуктов и других горючих веществ с плотностью меньше плотности воды они всплывают и продолжают гореть на ее поверхности. Более того, площадь горящей поверхности при этом увеличивается, что существенно может усложнить условия тушения пожара.

Подача воды к очагу горения может быть в виде:

- сплошной (компактной) струи из лафетных стволов с насадками диаметром 28-50 мм или из ручных пожарных стволов с насадками диаметром 13-25 мм;
- распыленной струи при диаметре капель воды свыше 100 мкм;
- тонкораспыленной струи с диаметром капель воды до 100 мкм, полученной из стационарных или переносных распылителей;
- растворов, содержащих 0,2-2,0% массы смачивателей для снижения поверхностного натяжения;
- водобромэтиловой эмульсии, содержащей 90% массы воды и 10% бромистого этила.

Воду в виде компактных и распыленных струй применяют при тушении твердых веществ и материалов органического происхождения, горючих жидкостей, таких, как темные нефтепродукты.

Компактные струи сбивают пламя, одновременно охлаждая поверхности. Их применяют преимущественно при подаче воды на большое расстояние или для придания ей ударной силы, когда тушение пожаров производится на значительной высоте или при большом очаге пожара, не дающем близко подойти к очагу горения, а также в случае необходимости охлаждения соседних с горящим объектом зданий, сооружений, металлоконструкций, резервуаров и пр.

В зависимости от напора и расхода воды радиус действия компактной части струи изменяется от 6 до 30 м и более. К преимуществам компактных струй относятся дальнобойность, маневренность, способность сбить пламя.

Недостатками применения компактных струй являются низкая эффективность охлаждения реагирующих веществ, что обусловлено небольшой продолжительностью контакта с зоной горения и электропроводностью потока воды; возможность образования смесей взрывоопасных концентраций при контакте струи воды с горючей пылью; опасность механических повреждений, например, КИП, аппаратуры, а также травмирование людей.

Во многих случаях при тушении пожара более эффективна распыленная струя вследствие создания наилучших условий для испарения воды, следовательно, для повышения охлаждения и разбавления горючей среды.

Распыление струи достигается при прохождении ее через насадку. Такие струи обладают более развитой поверхностью, поэтому при одинаковом расходе воды они отводят из зоны горения в единицу времени значительно больше теплоты, чем компактные.

Распыленные струи рекомендуется применять при тушении небольших пожаров, когда можно близко подойти к очагу возгорания, для охлаждения конструкций, веществ и материалов, находящихся в зоне интенсивного теплового воздействия, для защиты пожарных-ствольщиков, пожарной техники.

Воду в виде распыленных и тонкораспыленных струй применяют при тушении несмешивающихся с водой горючих и легковоспламеняющихся жидкостей.

При попадании на поверхность горящих жидкостей капли воды испаряются, и пузырьки пара образуют с жидкостью негорючую эмульсию. Так как эмульсия легче жидкости, она покрывает ее поверхность, изолируя горючее от зоны горения. Мелкие капли воды снижают температуру пламени, охлаждают горящую жидкость, медленно погружаясь в нее; уменьшают концентрацию горючих паров за счет испарения над поверхностью жидкости. Мелкие капли воды не разбрызгивают и не расплескивают горящие жидкости. Тонко распыленная вода образует аэродинамическую систему - туман, в которой она мало или практически неэлектропроводна, следовательно, ее можно применять при пожарах в электроустановках.

Для тушения пожаров горючих жидкостей (дизельного топлива, керосина, трансформаторного масла, смазочных масел и др.) применяют преимущественно распыленную в виде капельных струй воду с оптимальным размером капель от 0,3 до 0,8 мм в зависимости от напора струи. Наилучший эффект тушения ЛВЖ (с низкой температурой воспламенения) достигается мелкораспыленными и туманообразными водяными струями.

Для повышения проникающей способности воды необходимо снизить ее поверхностное натяжение. С этой целью в воду вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ). Добавление ПАВ (смачивателей) в 2,0-2,5 раза снижает расход воды и значительно уменьшает время тушения пожара. Например, введение в воду от 0,5 до 2,0% смачивателя повышает эффект тушения пожаров плохо смачиваемых веществ и материалов почти в два раза. Для получения водохимических растворов применяют сульфонаты, сульфонолы, смачиватели и пенообразователи.

Воду нельзя применять для тушения ряда органических жидкостей, которые всплывают и продолжают гореть на поверхности воды.

При попадании воды на битум, жиры, масло, пероксид натрия, петролатум происходит наоборот усиление горения в результате выброса, разбрызгивания, вскипания этих материалов.

Вода содержит различные природные соли, что приводит к повышению ее коррозионной способности и электропроводности. Усиливают эти свойства, вводимые для повышения эффективности тушения различные добавки: антифризы и пенообразователи.

Огнетушащие пены. Пена представляет собой систему, в которой дисперсной фазой всегда является газ. Пузырьки газа заключены в тонкие оболочки - пленки из жидкости. Пузырьки газа могут образовываться внутри жидкости в результате химических процессов или механического смешения газа (воздуха) с

жидкостью. Чем меньше размеры пузырьков газа и поверхностное натяжение пленки жидкости, тем более устойчива пена.

При небольшой плотности ($0,1-0,2 \text{ г/см}^3$) пена растекается по поверхности горячей жидкости, охлаждая и изолируя ее от пламени. При этом поступление горючих паров в зону горения прекращается и пламя гаснет.

Для тушения пожаров применяют устойчивую пену, которая может быть получена при введении в воду небольших количеств (3,0–4,0%) пенообразователя, способного снизить поверхностное натяжение пленки воды.

Пенообразователи - это вещества, находящиеся в коллоидном состоянии и способные сорбироваться в поверхностном слое раствора на границе жидкость-газ. К таким веществам относятся природные пенообразователи - экстракт лакричного корня, сапонин, альбумины и др.

В настоящее время чаще всего используются синтетические углеводородные и фторсодержащие пенообразователи, такие, как «Барьер пленкообразующий», «Барьер-612», ТЭАС, ПО-6, ПО-3А и др.

Огнетушащие свойства пены определяются ее устойчивостью, кратностью, биоразлагаемостью и смачивающей способностью.

Устойчивость пены — это ее способность к сохранению первоначальных свойств.

Кратность пены – величина, равная отношению объема пены к объему раствора, содержащегося в растворе.

Биоразлагаемость – способность поверхностно-активных веществ разлагаться под действием микрофлоры водоемов и почв. По этому показателю пенообразователи подразделяются на биологически «мягкие» (биоразлагаемость более 80%) и «жесткие» (биоразлагаемость ниже 80%).

Смачивающая способность – способность рабочего раствора пенообразователя смачивать твердые материалы.

Качество пены во многом определяется ее *дисперсностью*. Чем выше дисперсность, тем больше стойкость пены и выше ее огнетушащая эффективность.

В зависимости от величины кратности пены подразделяют на низкократную (≤ 20), средnekратную (20–200) и высокократную (> 200).

В зависимости от назначения пенообразователи разделены на две классификационные группы – общего и целевого назначения.

Пенообразователи общего назначения используются для получения пены при тушении пожаров классов А и В и по огнетушащей способности уступают пенообразователям целевого назначения.

К пенообразователям целевого назначения относятся фторсодержащие пленкообразующие и фторсодержащие спиртостойкие пленкообразующие, которые предназначены для тушения пожаров нефти, нефтепродуктов и горючих жидкостей, а также для тушения пожаров отдельных видов горючих жидкостей (спирты, альдегиды, кетоны) соответственно.

Огнетушащая эффективность пены характеризуется интенсивностью ее подачи и удельным расходом.

В зависимости от состава пены делятся на воздушно-механическую и химическую. Их применяют для тушения твердых веществ, ЛВЖ с плотностью менее 1 и не растворяющихся в воде. Химическая пена, как правило, более стойкая, чем воздушно-механическая.

Воздушно-механическая пена представляет собой механическую смесь воздуха, воды и поверхностно-активного вещества (пенообразователя). Она содержит около 99% воздуха, 1% воды и 0,04% пенообразователя.

Стойкость воздушно-механической пены меньше, чем химической, причем стойкость уменьшается с повышением кратности пены. Для получения воздушно-механической пены необходимо ввести пенообразователь в воду во всасывающем трубопроводе насоса или в напорной линии. Обычно используют пенообразователь типа ПО-1, состоящий из керосинового контакта, столярного клея и этилового спирта.

Для получения воздушно-механической пены используют специальные устройства, так называемые пенокамеры.

Пенокамеры устанавливают вблизи верхней кромки резервуара для равномерного распределения пены по поверхности горячей жидкости.

Стационарную пенокамеру для тушения пожара резервуара 1 подключают к пожарному автонасосу (рис. 19.1).

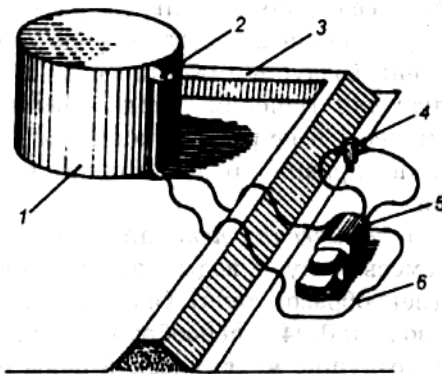


Рис. 19.1. Схема подключения пенокамеры к пожарному автонасосу

Нормативная интенсивность подачи пены средней кратности зависит от свойств горючих жидкостей и колеблется в пределах $0,05-0,30 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$.

Раствор пенообразователя поступает в пенокамеру 2 по рукавным линиям 6, проложенным от пожарного автомобиля 5, который располагается на дороге вблизи обваловки 3 и забирает воду из пожарного гидранта 4. Пенообразователь из цистерны пожарного автомобиля вводится в поток воды дозатором, расположенным в дозаторном отделении автомобиля. Поступающий таким образом водный раствор пенообразователя превращается в пенокамерах в воздушно-механическую пену, которая растекается по поверхности и тушит очаг горения, изолируя жидкость от пламени.

Специальные дозирующие устройства с головками для получения пены применяют в спринклерных и дренчерных автоматических установках тушения пожаров.

На поверхности горящих жидкостей пена образует стойкую пленку, не разрушающуюся под действием пламени в течение 30 мин, времени, вполне достаточном для тушения ГЖ и ЛВЖ в резервуарах любых диаметров.

Воздушно-механическая пена совершенно безвредна для людей, не вызывает коррозии металлов, почти не-электропроводна и весьма экономична. Ее применяют также для тушения твердых горящих веществ (древесины и др.). Деревянные конструкции, покрытые воздушно-механической пеной длительное время (до 40 мин), сопротивляются воздействию лучистой энергии и не воспламеняются. В тех же условиях незащищенные конструкции воспламеняются через 15 мин.

Пенные установки широко применяются на предприятиях по хранению и переработке горючих жидкостей с температурой вспышки паров выше 28⁰С и твердых сгораемых материалов и изделий.

Химическая пена образуется при взаимодействии карбоната или бикарбоната натрия или других солей с кислотой в присутствии пенообразователя. Таковую пену получают из пенопорошка и воды в *пеногенераторах*, представляющих собой специальные эжекторные переносные приборы.

Пенопорошок состоит из сухих солей бикарбоната натрия, стабилизаторов, лакричного экстракта или другого пенообразующего вещества. При взаимодействии с водой соли растворяются, вступают в реакцию, образуя диоксид углерода. В результате выделения большого количества диоксида углерода получается устойчивая пена.

При растекании химической пены образуется весьма устойчивый, мало разрушающийся под действием пламени слой толщиной 7-10 см. Химическая пена не взаимодействует с нефтепродуктами и образует плотный покров, не пропускающий паров жидкости.

Стойкость химической пены более 1 ч. В последнее время наметилась тенденция к сокращению применения химической пены, что связано со сравнительно высокой ее стоимостью и сложностью организации тушения пожаров.

При тушении пожаров в резервуарах с нефтепродуктами химическую или воздушно-механическую пену подают в очаг горения стационарными пеногенераторами ГПС-600, ГПС-2000, пеносмесителями (пенокамерами) ГПСС-600, ГПСС-2000 или передвижными пеноподъемниками.

В настоящее время для получения пены широко используются генераторы пены высокой кратности (ГПВК) и высоконапорные пеногенераторы (ВПГ). Химическая пена образуется в рукавной линии, транспортирующей водный раствор пеногенераторного порошка, по мере движения потока к пеносливу.

Однако в большинстве случаев химическую пену успешно заменяют воздушно-механической.

Расчетное время тушения пожара в соответствии с СНБ 3.02.01-98 для систем автоматического пенного пожаротушения составляет 10 мин., для передвижной пожарной техники – 15 мин.

Инертные разбавители. В случае возможности взрыва из-за скопления в горящем помещении горючих газов или паров необходимо создать в нем среду, не поддерживающую горение. Это достигается применением в качестве средств по-

жаротушения инертных разбавителей, таких, как водяной пар, азот, диоксид углерода, аргон, дымовые газы и некоторые другие вещества. Инертные разбавители снижают скорость реакции, так как часть теплоты горения расходуется на их нагрев.

Водяной пар - технологический и отработавший - используют для создания паровоздушных завес на открытых технологических установках, а также для тушения пожаров в помещениях малого объема и технологическом оборудовании (сушилки, реакторы, колонны и др.). Огнегасительная концентрация водяного пара при этом составляет около 30% объема.

Азот применяют главным образом при тушении веществ, горящих пламенем. Он плохо тушит вещества, способные тлеть (дерево, бумага), и практически не тушит волокнистые вещества (ткань, вата, хлопок). Огнегасительная концентрация азота в воздухе принимается не менее 42% объема. Разбавление воздуха азотом до содержания кислорода в пределах 12-16% объема безопасно для человека. Более высокое разбавление опасно.

Диоксид углерода применяют для объемного тушения пожаров на складах ЛВЖ, аккумуляторных станциях, в сушильных печах, на стендах для испытания двигателей электрооборудования и др.

Диоксид углерода - бесцветный газ, из одного литра жидкой углекислоты при 0°С образуется 506 л газа. Для большинства веществ огнегасительная концентрация его составляет около 30% объема. Однако при использовании диоксида углерода в жаротушении необходимо учитывать его токсичность при высоких концентрациях. Вдыхание воздуха, содержащего 10% CO₂, смертельно опасно.

Поэтому в системе тушения с использованием диоксида углерода необходимо предусматривать сигнализирующее устройство для обеспечения своевременной эвакуации людей из помещения.

Подача диоксида углерода для тушения может быть двоякой: через растробы-диффузоры или через перфорированный трубопровод. В первом случае происходит переохлаждение выходящего жидкого диоксида углерода с образованием твердого диоксида в виде снега, а эффект тушения достигается по принципу охлаждения, во втором случае - по способу разбавления. Для подачи CO₂ обычно используют огнетушители или стационарные установки.

Запас углекислого газа М (кг), необходимого для тушения пожара, определяют по формуле

$$M = 1,1 K_1 [K_2(A_1 + 30A_2) + 0,7V],$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий вид горючего, принимают равным 1-2,25; K_2 - коэффициент, учитывающий утечку углекислого газа через ограждающие конструкции, принимается равным 0,2 кг/м²; A_1 – суммарная площадь ограждающих конструкций, м²; A_2 - суммарная площадь открытых проемов, м²; V – объем помещения, м³.

Необходимое количество рабочих баллонов, N рассчитывается из выражения

$$N = M/m,$$

где m – количество углекислоты в одном баллоне, кг.

При этом количество резервных баллонов принимают равным числу рабочих.

Галогеноуглеводороды. Галогеноуглеводородные составы - огнетушащие вещества на основе углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены на атомы галоидов. Они относятся к ингибирующим или флегматизирующим средствам, тушение которыми происходит в результате торможения химических реакций.

Наиболее эффективное действие оказывают бром-, фторпроизводные метана и этана. При этом реакционная способность и склонность к термическому разложению зависят от галогена, замещающего водород. Эти свойства повышаются в ряду фтор - хлор - бром - йод.

Современные торговые названия галогеноуглеводородов - *хладоны*, ранее - *фреоны*. За рубежом они называются *галлоны*. По принятой в нашей стране номенклатуре номер хладона составляется следующим образом: первая цифра - число атомов углерода минус единица, вторая - число атомов водорода плюс единица, третья - число атомов фтора. Бром характеризуется буквой «В» и цифрой по числу атомов, число атомов хлора определяется по свободным связям.

В настоящее время наиболее широкое распространение для тушения пожаров получили фторсодержащие галогеноуглеводороды, такие как хладон 23 (CF_3H), хладон 125 ($\text{C}_2\text{F}_5\text{H}$), хладон 218 (C_3F_8), хладон 227еа ($\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$), хладон 318Ц ($\text{C}_4\text{F}_3\text{Cl}$). Выше перечисленные хладоны представляют собой сжиженные газы, которые плохо растворяются в воде, но хорошо растворимы во многих жидких органических веществах.

Хладоны применяют для объемного тушения, для поверхностного тушения небольших очагов пожаров и для предупреждения образования взрывоопасной среды. Их используют для защиты особо опасных цехов химических производств, сушилок, окрасочных камер, складов с горючими жидкостями и т.п. Хладоны не рекомендуется применять для тушения металлов, ряда металлосодержащих соединений, гидридов металлов, а также материалов, содержащих в своем составе кислород.

Многоплановость их применения объясняется рядом специфических свойств. Хладоны обладают хорошими диэлектрическими свойствами, что делает их пригодными для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением. В результате высокой плотности хладоны в жидком и газообразном состоянии хорошо формируют струю, и капли хладона легко проникают в пламя. Низкая температура замерзания позволяет использовать их при минусовых температурах, а хорошая смачиваемость - тушить тлеющие материалы.

Однако хладоны, как средства тушения пожаров, не лишены и недостатков. Прежде всего, практически все эти соединения вредны для организма человека. При этом сами хладоны являются слабыми наркотическими ядами, а продукты их термического разложения обладают высокой токсичностью. Хладонам свойственна и высокая коррозионная активность.

Необходимое количество огнетушащего вещества M , кг определяют по формуле

$$M = Vq_{\text{H}}K + m_1n + m_2 + m_3,$$

где V – объем защищаемого помещения, м^3 ; q_H – нормативная огнетушащая концентрация, $\text{кг}/\text{м}^3$ (для категорий А и Б $q_H = 0,37$, категории В – $0,22$); K – коэффициент потерь хладона (для помещений $K = 1,2$, подвалов – $1,1$); m_1 – остаток хладона в баллоне, кг ; n – количество баллонов; m_2 – остаток хладона в трубопроводе, кг ; m_3 – остаток хладона в коллекторе, кг .

Твердые и комбинированные огнетушащие вещества. Эти вещества в виде порошков обладают высокой огнетушащей эффективностью. Они способны подавлять горение различных, в том числе и пирофорных соединений и веществ, не поддающихся тушению водой или пеной.

Принцип тушения порошковыми составами заключается либо в изоляции горящих материалов от воздуха, либо в изоляции паров и газов от зоны горения. Кроме того, порошковые составы при поступлении в очаг горения способны ингибировать пламя. Поэтому огнетушащий эффект, например, порошков на основе бикарбонатов щелочных металлов значительно превышает эффект охлаждения или разбавления диоксидом углерода, выделяющимся при разложении этих порошков.

Порошковые составы применяют для тушения металлов и металлоконструкций, металлоорганических соединений, пирофорных веществ, газового пламени.

Порошковые составы обладают такими преимуществами, как высокая огнетушащая эффективность; универсальность; возможность тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением, и использования их при минусовых температурах. Порошковые составы практически нетоксичны, не оказывают коррозионного действия, их можно использовать в сочетании с распыленной водой и пенными средствами тушения.

Недостатками их применения являются слеживаемость и комкование. Однако современные технологии получения порошковых составов позволяют в значительной степени избежать этих недостатков.

В настоящее время выпускаются и используются в пожаротушении порошки следующего состава:

- ПСБ (бикарбонат натрия, 10% талька, 1-2% кремнийорганической добавки АМ-1-300);
- ПС (углекислый натрий, 2,5% стеарата металла, 1% графита);
- П-1А (фосфорно-аммонийные соли с добавками АМ-1-300);
- СИ-2 (силикагель марки МСК, ШСК или КСК 50%, хладон 114В2 50%);
- ПФ (фосфорно-аммонийные соли, 5% талька, 1-2% АМ-1-300).

Порошки состава ПСБ и ПФ способны создавать огнетушащее облако и предназначены для тушения пожаров углеводородов, древесины, электрооборудования.

Порошки же типа ПС создают на поверхности горящих материалов изолирующий слой и предназначены для тушения металлов, металлоорганических соединений и т.п.

Комбинированные составы — к ним относятся водогалогенуглеводородные эмульсии, комбинированный азотно-углекислотный состав для тушения щелочных металлов в помещениях, водные растворы двууглекислой соды, углекислой соды, поташа, хлористого аммония, поваренной соли, глауберовой соли, аммиачно-фосфорных солей, сернокислой меди, а также четыреххлористый углерод, бромэтил и другие соединения галогенов. Разработаны также комбинированные азотно-хладоновые и углекислотно-хладоновые составы для объемного тушения.

Широкое применение находят комбинированные порошки типа СИ для тушения органических жидкостей, пирофоров, гидридов металлов, некоторых кремнийорганических соединений.

Огнетушащие свойства комбинированных водных растворов солей отличаются от воды тем, что соли, выпадая из растворов, образуют на поверхности горящего вещества изолирующие пленки, на которые затрачивается определенная часть теплоты пожара. При разложении солей выделяются инертные газы.

Огнетушащие вещества выбираются в каждом конкретном случае с учетом класса пожара, условий протекания процесса горения, пожарной опасности и физико-химических свойств веществ и материалов (табл.19.1).

Таблица 19.1. Выбор огнетушащих веществ в зависимости от класса пожара

Класс пожара	Характеристика горючей среды или объекта	Огнетушащие средства
A	Обычные твердые горючие материалы (бумага, дерево, ткань и др.)	Все виды огнетушащих средств (прежде всего вода)
B	Горючие жидкости (бензин, лаки, масла, растворители и др.), плавящиеся при нагревании материалы	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галогенов, порошки
C	Горючие газы (метан, пропан, водород, ацетилен и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (CO ₂ , N ₂), галогенуглеводороды, порошки, вода (для охлаждения)
D	Металлы и их сплавы (K, Na, Al, Mg и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горячую поверхность)
E	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галогенуглеводороды, диоксид углерода, порошки

19.2. Первичные средства тушения пожара

Средства тушения пожара можно разделить на две большие группы - первичные средства тушения и автоматические стационарные системы пожаротушения. *Первичные средства тушения пожара* применяются для тушения небольших очагов. Это внутренние пожарные краны, огнетушители различных типов, песок, противопожарные полотнища.

Виды, количество и порядок размещения первичных средств пожаротушения регламентированы нормами обеспечения первичными средствами пожароту-

шения, которые приведены в Общих и отраслевых правилах пожарной безопасности, например, в ППБ РБ 1.01-94, ППБ РБ 2.08-2000 и других ТНПА (табл.19.2).

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и других помещениях, а также на территории предприятия устанавливают специальные пожарные посты (щиты).

На пожарных щитах размещают только те первичные средства пожаротушения, которые могут применяться в данном помещении, сооружении, установке. Средства пожаротушения и пожарные посты располагают на видных местах и окрашивают в соответствующие цвета по ГОСТ 12.4.026.

Внутренний пожарный кран - это элемент внутреннего пожарного водопровода. Он снабжается пожарным рукавом «Универсал», «Латекс» или другими и стволом, например, типа РС-50.

Емкости для хранения воды должны иметь объем не менее 200 л и комплектоваться крышкой и ведром. Емкости окрашивают в красный цвет и надписывают белым цветом «Для тушения пожара». Не реже одного раза в 10 дней в резервуар добавляют воду, а один раз в квартал полностью ее меняют.

Ящики для песка должны иметь объем 0,5; 1,0 или 3,0 м³ и комплектоваться совковой лопатой. Конструкция ящика должна быть удобной для извлечения песка и исключать попадание в него влаги. Песок следует один раз в 10 дней осматривать и, при обнаружении увлажнения или комкования, заменять.

Полотнища противопожарные могут быть размером 1х1 м, 2х1,5м и 2х2 м. Они изготавливаются из теплоизоляционных огнеупорных тканей, например, базальтовой БТ-11. Полотнища, помещенные в металлический или пластмассовый чехол, размещаются в легкодоступных и заметных местах. Периодически, не реже одного раза в шесть месяцев, его очищают от пыли и просушивают.

Огнетушители - это технические устройства, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения. Огнетушители классифицируются по виду огнетушащих средств (ОТВ), объему корпуса, способу подачи огнетушащих средств, виду пусковых устройств.

По способу доставки к очагу пожара огнетушители делятся на:

- переносные массой до 20 кг.
- передвижные массой до 400 кг.

При этом передвижные огнетушители могут иметь одну или несколько емкостей для зарядки огнетушащих веществ, смонтированных на тележке. Наличие колес или тележки является отличительной особенностью передвижных огнетушителей.

По объему корпуса огнетушители подразделяются на ручные малолитражные (до 5 л); промышленные ручные (5-10 л); стационарные и передвижные (более 10 л).

По способу подачи огнетушащих средств различают огнетушители, действующие под давлением газов, образующихся в результате химической реакции (химические пенные); под давлением заряда или рабочего газа, находящегося над огнетушащим веществом (углекислотные, аэрозольные, воздушно-пенные); под давлением рабочего газа, находящегося в отдельном баллоне (воздушно-пенные,

аэрозольные); со свободным истечением огнетушащего вещества (порошковые, типа ОП-1).

По виду пусковых устройств бывают огнетушители с вентильным затвором; с запорно-пусковым устройством пистолетного типа и с пуском от пиропатрона.

Таблица 19.2. Нормы первичных средств пожаротушения для предприятий в соответствии с ПШБ РБ 1.01-94

Помещения, сооружения и установки	Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Условная защитная площадь, м ²	Класс пожара	Первичные средства пожаротушения					
				Огнетушители ручные			Ящик с песком	Противопожарное полотно, шт.	Бочка с водой емкостью 250 л и 2 ведра
				пенные, 10 л	порошковые, 10 или 2х5 л	углекислотные, 5(8) л			
Производственные и складские здания, сооружения	А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	2	1	-	1	1	1
	В	400	В	2	1	2	1	1	-
	Г	800	С	2	2	1	-	1	1
	Г, Д	1200	А	2	1	1	1	1	-
	Г, Д	400	А	2	1	2	-	1	-
Административно-бытовые здания В том числе: вычислительные центры, библиотеки, архивы, проектно-конструкторские бюро		100	-	-	1	1	-	1	-
	типোগрафии, помещения множительных, печатно-копировальных машин	200	-	2	1	1	-	1	-
Открытые склады		200	А, В, С	2	2	-	1	1	1

Примечание. Классы пожара: А – горение твердых веществ; В – горючих жидкостей; С – горючих газов.

По виду огнетушащих средств они подразделяются на три основные группы в зависимости от используемых средств тушения: пенные, газовые, порошковые.

В борьбе с пожарами крайне важно выбрать наиболее эффективное огнетушащее средство (табл. 19.3).

Таблица 19.3. Эффективность огнетушителей в зависимости от класса пожара

Класс пожара	Огнетушители				
	водные	Воздушно-пенные	порошковые	углекислотные	хладоновые
А	+++	++	++	+	+
Б	-	+	+++	+	++
С	-	-	+++	-	+
Д	-	-	+++	-	-
Е	-	-	++	+++	+++

Условные обозначения:

"+++"/>

"++"/>

"+"/>

"-"/>

Пенные огнетушители по конструкции подразделяются на химические, воздушно-пенные и жидкостные для подачи воздушно-механической пены.

Среди *химических пенных огнетушителей* наибольшее применение имеют ОП-14, ОП-9ММ. Их используют для тушения пожаров горючих твердых материалов, ЛВЖ и ГЖ. Температурный диапазон эксплуатации от +5 до +50 °С. Полная масса огнетушителя не превышает 15 кг.

Пенные огнетушители всех типов, расположенные на открытом воздухе или в неотапливаемом помещении, до наступления отрицательных температур переносят в отапливаемое помещение, а на их место устанавливаются знаки с указанием их нового места нахождения.

Воздушно-пенные огнетушители выпускаются ручные (ОВП-5 и ОВП-10) и стационарные (ОВП-50, ОВП-100, ОВПС-250А, ОВПУ-250).

Для тушения очагов пожара класса А выпускаются огнетушители марки ОВП-10А с генератором пены низкой кратности, а очагов пожара класса В - ОВП-10В с генератором пены средней кратности.

Воздушно-пенные огнетушители состоят из корпуса, наполненного огнетушащим веществом; сифонной трубки; баллончика высокого давления с рабочим газом; ручки для переноски огнетушителя; головки с кнопкой запуска; гибкого шланга, на конце которого расположено запорно-пусковое устройство пистолетного типа для управления подачей огнетушащего вещества и насадок для получения пены.

Принцип действия огнетушителя основан на использовании энергии газа для выброса огнетушащего состава с образованием с помощью насадки пены средней (низкой) кратности.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо выдернуть чеку и ударить по кнопке головки. При этом иглой вскрывается мембрана баллона. Вы-

ходящий из него диоксид углерода создает в огнетушителе давление, составляющее 1,2МПа, под действием которого по сифонной трубке раствор поступает в распылитель, а затем в раструб с сеткой, где раствор перемешивается с воздухом. При этом образуется воздушно-механическая пена. В качестве заряда применяют 6%-й раствор пенообразователя ПО-1. Продолжительность действия огнетушителя ОВП-10 - 53 с.

Пенные огнетушители подлежат перезарядке один раз в год.

На предприятиях, где в производстве используется сжатый воздух, широкое применение находят стационарные воздушно-пенные огнетушители ОВПС-250. В резервуаре такого огнетушителя постоянно находится водный раствор пенообразователя. При возникновении пожара к огнетушителю присоединяют рукав с гладким патрубком и открывают вентиль на подключенном трубопроводе сжатого воздуха. При барботаже воздуха через раствор образуется воздушно-механическая пена, которая по рукаву подается к очагу загорания. Продолжительность действия огнетушителя ОВПС-250 - 3-4 мин, дальность струи - 13-15 м.

Газовые огнетушители подразделяются на углекислотные (диоксид углерода в виде газа или снега), аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые.

Огнетушители углекислотные предназначены для тушения загораний различных веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний на электрифицированном железнодорожном и городском транспорте, электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

В *углекислотных газовых огнетушителях* диоксид углерода в виде снега образуется при быстром испарении жидкой углекислоты (сжиженного углекислого газа). Этот способ используется при локальном тушении загораний путем снижения температуры и уменьшения содержания кислорода в зоне горения.

Углекислотные огнетушители выпускаются переносными, стационарными и передвижными (табл. 19.4).

Таблица 19.4

Технические характеристики основных переносных и передвижных огнетушителей

1	2	3	4	5
Марка огнетушителя.	Вместимость, л	Масса заряда, кг	Максимальное рабочее давление, МПа	Масса огнетушителя с зарядом, кг не более
Переносные				
ОУ-2	2	1,4	15,0	6,5
ОУ-5	5	3,5	15,0	14
ОУ-6	6	4,2	15,0	14,5
ОУ-8	8	5,6	15,0	15,8
Передвижные				
ОУ-10	10	7	15,0	30

ОУ-20	20	14	15,0	50
ОУ-40	40	28	15,0	100
ОУ-80	2-40	56	15,0	239

Они состоят из стального баллона, запорно-пускового устройства, раструба, рычага, рукоятки, сифонной трубки и заряда (диоксида углерода), который под давлением закачивается в корпус огнетушителя (рис. 19.2).

Ручные углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-8, ОУ-10 - это огнетушители марки «Иней». При обозначении марки огнетушителя приняты сокращения: О - огнетушитель, У - углекислотный, 2-10 - емкость баллонов в литрах. Рабочее давление в этих огнетушителях составляет 5,8 МПа, продолжительность действия - от 8 до 15 с, длина струи - 1,5-4 м. Они применяются для тушения загораний в помещениях с электрооборудованием, а также там, где вода может вызвать порчу имущества.

Для тушения пожаров ручными углекислотными огнетушителями необходимо открыть вентиль, а раструб направить на горящий объект.

Тушение производится в вертикальном положении огнетушителя. После освобождения рычага головки запорно-пускового устройства от пломбы (чеки), размотать резиновый рукав, повернуть рычаг на себя до отказа, раструб направляется на очаг пожара.

Передвижные углекислотные огнетушители ОУ-20, ОУ-40, ОУ-80 и другие применяются для тушения ЛВЖ и ГЖ; электроустановок небольших размеров, находящихся под напряжением; помещений, где нежелательно попадание воды (например, машинные залы вычислительных центров и пр.).

При работе огнетушителя ОУ-40 емкостью 40 л, диоксид углерода подается в виде струи дальностью 3,0-3,5 м, время работы огнетушителя 2 мин.

Для тушения загораний в помещениях объемом более 75 м³, горючих жидкостей, горящих на поверхности площадью 25 м², а также крупного электрооборудования, находящегося под напряжением, применяются установки углекислотного пожаротушения УП-400 на автомобильном прицепе.

Углекислотные огнетушители подлежат перезарядке один раз в пять лет, при этом ежегодно должна производиться проверка на утечку CO₂ с записью в карточке проверки. При снижении массы углекислоты более чем на 5% или 50 г, огнетушитель перезаряжают. Кроме того, эти огнетушители обязательному техническому освидетельствованию.

Для тушения загораний ЛВЖ, твердых веществ, электроустановок, находящихся под напряжением, и других материалов применяют аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые огнетушители. Исключением является тушение щелочных металлов и кислородсодержащих веществ.

Аэрозольные огнетушители ОА-1, ОА-3 при тушении должны находиться в вертикальном положении. При срабатывании огнетушителя открывается доступ газа из баллона в корпус огнетушителя. Давление в корпусе нарастает, и бром-

стый этил через сифонную трубу поступает в выходное сопло, в котором жидкая фаза заряда превращается в газожидкостную аэрозольную струю.

В *углекислотно-бромэтиловых огнетушителях* ОУБ-3 и ОУБ-7 заряд состоит из 97% бромистого этила и 3% диоксида углерода, давление создается с помощью сжатого воздуха.

Порошковые огнетушители используются в качестве первичного средства тушения загорания пожаров класса А (твердых веществ), В (жидких веществ), С (газообразных веществ) и электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Они подразделяются на огнетушители со встроенным источником давления и закачные (табл.19.5).

Огнетушители не предназначены для тушения загораний щелочных и щелочноземельных металлов и других материалов, горение которых может происходить без доступа воздуха.

Порошковые огнетушители выпускаются переносными (ОПУ-2-01, ОПУ-2-03, ОП-2М, ОП-10 с перезарядкой один раз в год, ОПУ-2-02, ОПУ-2-04, ОП-5Ф, ОП-7Ф, ОП-10Ф, ОП-5, ОП-5А, ОПУ-5, ОПУ-10 и др. с перезарядкой один раз в два года) и передвижными (ОППС-100, СИ-120 и др.). Импортные огнетушители ОП-2, ОП-3, ОП-5, ОП-10 перезаряжаются один раз в пять лет. Максимальный гарантийный срок хранения в огнетушителях газогенерирующих элементов - 4 года.

Огнетушитель со встроенным газовым источником давления состоит из корпуса, наполненного огнетушащим порошком. На горловине корпуса посредством накидной гайки закреплена головка с бойком. На головку установлен источник газа или газогенератор, сифонная трубка и рукоятка запуска.

Принцип действия огнетушителя основан на использовании энергии сжатого газа для аэрирования и выброса огнетушащего порошка. При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается мембрана баллона с рабочим газом (СО₂, азот). Газ по трубке поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя, а порошок выдавливается по сифонной трубке и шлангу в ствол. Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями.

Порошковый огнетушитель закачной состоит из запорно-пускового устройства, рычага, рукоятки, манометра, сопла, рабочего газа, сифонной трубки, шланга со стволом-насадкой и заряда (порошка).

Для приведения огнетушителя в действие необходимо выдернуть опломбированную чеку, направить сопло или ствол-насадку на очаг пожара и нажать на рычаг.

Тушение пожара необходимо производить с наветренной стороны с расстояния не менее 3-4 метра. После окончания тушения необходимо нажать на ручку и выбросить остаток порошка.

Таблица 19.5

Техническая характеристика некоторых порошковых огнетушителей.

Марка огнетушителя	Кол-во ОТВ, кг	Рабочее давление, МПа	Время подачи ОТВ, с	Длина выброса, м	Масса, кг	Вместимость газа, л

Переносные						
ОП-2	2	1,6	6	3	3,7	0,06
ОП-5	5	1,6	10	3,5	9	0,175
ОП-10	10	1,6	13	4,5	16	0,350
Передвижные						
011-50	42,5	1,2	25	6	85-100	1,5
ОП-100	85	1,5	45	15	167-200	3
Универсальные						
ОПУ-5	4	0,8	6	3	8,8	3
ОПУ-10	9	0,8	9	3	15	3

Огнетушители следует располагать на защищаемом объекте таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрации, агрессивных сред, повышенной влажности и других факторов). Они должны быть хорошо видны и легкодоступны в случае пожара. Огнетушители необходимо размещать вблизи мест наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода, а также около выхода из помещения. Огнетушители не должны препятствовать эвакуации людей во время пожара.

Для размещения огнетушителей в производственных и складских помещениях, а также на территории защищаемых объектов должны оборудоваться пожарные щиты (пункты).

В помещениях, насыщенных производственным или другим оборудованием, визуально заслоняющим огнетушители, должны быть установлены указатели их местоположения. Они располагаются на видных местах на высоте 2,0-2,5 м от уровня пола с учетом условий их видимости.

Передвижной порошковый огнетушитель СИ-120 (рис. 19.3) предназначен для тушения загораний металлоорганических соединений, пирофорных веществ и нефтепродуктов.

В комплект огнетушителя СИ-120 входят два баллона, укрепленных на раме передвижной тележки. В сосуде находится огнетушащий порошок, баллон заполнен сжатым азотом или воздухом. В качестве огнетушащего порошка применяется состав СИ-2 - силикагель, насыщенный фреоном. Резервуары соединены между собой редуктором. Резервуар с порошком имеет предохранительный клапан и манометр. Продолжительность действия СИ-120 - 74 с.

Огнетушитель ОППС-100 применяют для тушения очага горения до 3 м² и при воспламенении до 30 кг щелочных металлов. Продолжительность его работы от одного баллона 80-120 с.

19.3. Автоматические стационарные системы пожаротушения

Согласно СНБ 2.02.05.04 «Пожарная автоматика» к *автоматическим, стационарным системам пожаротушения* относятся установки, в которых все эле-

менты смонтированы и находятся постоянно в готовности к действию. Стационарными установками оснащаются здания, сооружения, технологические линии, группы или отдельное технологическое оборудование.

Стационарные установки пожаротушения имеют, как правило, автоматическое местное или дистанционное включение и одновременно выполняют функцию автоматической пожарной сигнализации.

На практике наиболее широко используются *установки водяного пожаротушения*, к которым относятся пожарные автомашины и водяные стволы (ручные и лафетные). Для подачи воды при тушении пожара применяют пожарные стволы или оросители, которыми можно создавать сплошные, капельные, распыленные и мелкодисперсные водяные струи. Наибольшее распространение в настоящее время получили стационарные водяные спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерные установки (рис. 19.4) включаются автоматически при повышении температуры среды внутри помещения до заданного предела. Датчиками таких систем являются спринклеры. Спринклерные установки имеют основной и автоматический (вспомогательный) водопитатели. Автоматический водопитатель может представлять собой водонапорный бак, гидропневматическую установку, водопровод и др. Он должен подавать воду до включения основного водопитателя - насосной станции.

Выходное отверстие в спринклерной головке (водяном оросителе) в нормальном режиме закрыто легкоплавким замком с фиксированной температурой плавления припоя (рис. 12.12). Температуры разрушения теплового замка спринклера могут быть 57-67 °С; 68-79; 93; 141; 182 и 240 °С. При повышении температуры выше указанных замки разрушаются, выходное отверстие патрубка освобождается, поступающая из него вода разбрызгивается, ударяясь о розетку. В спринклерных головках совмещены датчики и приспособления для выбрасывания воды.

В спринклерных установках вскрываются лишь те головки, которые оказались в зоне высокой температуры пожара. Водяные оросители обладают сравнительно большой инерционностью - они вскрываются через 2-3 мин с момента повышения температуры. Эта инерционность является определенным недостатком спринклерных систем.

Спринклерные установки бывают водозаполненными, которые используются в помещениях с минимальной температурой воздуха 5⁰С и выше, и воздушными - в неотапливаемых помещениях с температурой ниже 5⁰С. Разветвленная сеть трубопроводов спринклерных систем размещается под потолком помещения, а в трубопроводах смонтированы спринклеры с таким расчетом, чтобы каждый из них орошал от 9 до 12 м² площади пола.

Спринклерные оросители следует устанавливать в помещениях или в оборудовании в зависимости от максимальной температуры окружающего воздуха (табл. 19.6).

Таблица 19.6

Условия установки спринклерных оросителей, °С

Максимальная температура окружаю-	Температура разрушения теплового
-----------------------------------	----------------------------------

щего воздуха	замка,
до 41	57-67
42-50	68-79
51-70	93
71-100	141
101-140	182
141-200	240

Дренчерные установки по устройству аналогичны спринклерным. Они применяются в помещениях с высокой пожарной опасностью. При горении ЛВЖ эти установки локализуют пожар и предотвращают распространение огня на соседнее помещение. Трубопроводная сеть этих установок постоянно заполнена водой вплоть до штуцеров дренчеров.

Дренчерные установки включаются как автоматически при срабатывании пожарных извещателей, так и вручную. Их используют для одновременного орошения расчетной площади отдельных частей строения, создания водяных завес в проемах дверей, окон, орошения элементов технологического оборудования и т.д.

Спринклерные и дренчерные установки могут заполняться не только водой, но и водными растворами, а также жидкими и газообразными огнегасителями. В этом случае спринклерные головки заменяются *оросителями пенными дренчерными* (ОПД), *оросителями пенными дренчерными розеточными* (ОПДР) и др.

Параметры установок пожаротушения водой и пеной различной кратности следует определять в соответствии с табл. 19.7 и 19.8.

Таблица 19.7

Характеристика спринклерных и дренчерных установок пожаротушения

Группа помещений	Интенсивность орошения, л/с·м ² , не менее		Максимальная площадь контролируемая одним спринклерным оросителем или тепловым замком побудительной системы, м ²	Площадь для расчета расхода воды, раствора пенообразователя, м ²	Продолжительность работы установок водяного пожаротушения, мин	Максимальное расстояние между спринклерными и дренчерными установками, м
	водой	раствором пенообразователя				
1	0,08	-	12	120	30	
2	0,12	0,08	12	240	60	
3	0,24	0,12	12	240	60	
4,1	0,3	0,15	12	360	60	
4,2	-	0,17	9	360	60	
5	В зависимости от группы помещений и высоты складирования материалов по СНБ 2.02.05-04		9	180	60	
6	“	“	9	180	60	
7	“	“	9	180	-	

Примечания:

Продолжительность работы установок пенного пожаротушения с пеной низкой и средней кратности следует принимать:

15 мин - для помещений категорий А, Б, В1 по взрывопожарной опасности согласно НПБ 5 - 2005;

10 мин - для помещений категорий В2 – В4 по пожарной опасности.

Группы помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов принимают по табл. 19.8.

Таблица 19.8

Группы помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожара

Группа помещений	Перечень характерных помещений, производств, технологических процессов
1	Помещения книгохранилищ, библиотек, цирков, хранения сгораемых музейных ценностей, фондохранилищ, музеев и выставок, картинных галерей, концертных и киноконцертных залов, ЭВМ, магазинов, зданий управлений, гостиниц, больниц
2	Помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, табачного, обувного, кожевенного, мехового, целлюлозно-бумажного и печатного производств, окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервационных, расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ; производства ваты, искусственных и пленочных материалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятий по обслуживанию автомобилей (категория помещений В2)
3	Помещения для производства резинотехнических изделий
4.1	Помещения для производства горючих натуральных и синтетических волокон, окрасочных сушильные камеры, участки открытой окраски и сушки; краскоприготовительных, лакоприготовительных, клееприготовительных с применением ЛВЖ и ГЖ (категория помещений В2)
4.2	Машинные залы компрессорных станций, станций регенерации, гидрирования, экстракции, помещения других производств, перерабатывающих горючие газы, бензин, спирты, эфиры и другие ЛВЖ и ГЖ (категория помещений В1)
5	Склады несгораемых материалов в сгораемой упаковке. Склады трудносгораемых материалов
6	Склады твердых сгораемых материалов, в том числе резины, РТИ, каучука, смолы
7	Склады лаков, красок, ЛВЖ, ГЖ

Быстродействующие установки пожаротушения локального действия по конструктивному оформлению напоминают дренчерные системы. Они предназначены для защиты участков технологических процессов, где возможны воспламенения, взрывы и другие аварийные ситуации, при ликвидации которых нельзя использовать спринклерные или дренчерные системы. Эффект тушения быстродействующими установками достигается мгновенной подачей большого количества воды на очаг пожара в течение очень короткого промежутка времени.

Установки тушения распыленной и мелкодисперсной водой применяются для защиты производств, в которых обращаются ГЖ и масла. Они аналогичны дренчерным установкам, однако для распыления водяных струй в них имеются специальные оросители, конструкция которых отличается от конструкции обычных дренчеров. Для мелкого распыления воды используются специальные оросители, в которых вода подается под давлением 0,1 МПа. Эти установки расходуют

большое количество воды, поэтому в местах их возможного использования необходимо предусматривать систему дренажа.

Установки водопенного тушения бывают передвижными (ручные пенные стволы, пеноподъемники, пеногенераторы и др.), полустационарными (пенокамеры), стационарными (генераторы) и автоматическими стационарными.

В установке для получения воздушно-механической пены (рис. 19.5) вода под напором поступает по трубопроводу 1 в дозатор 4, который автоматически через трубопровод 3 подсасывает определенное количество пенообразователя из емкости 2. Образующийся водный раствор пенообразователя поступает по трубопроводу 5 в генератор пены 6, в котором, перемешиваясь с воздухом, превращается в воздушно-механическую пену.

Стационарные установки для тушения пожара воздушно-механической пеной бывают поверхностного, объемного, локального и комбинированного действия.

В *установках поверхностного действия* (типа спринклерных и дренчерных) применяют пену низкой кратности. В спринклерных установках тушения воздушно-механической пеной вместо водяных спринклеров используют закрытые автоматически действующие пенные оросители и пенопитатель с устройством, дозирующим пенообразование.

В *установках объемного действия* применяют пену средней кратности и высокократную, в установках локального и комбинированного действия - все виды пены.

Установка пенного тушения локального действия по принципу работы спринклера реагирует на пожар и автоматически включает подачу раствора пенообразователя в генераторы, где образуется пена для тушения пожара на поверхности технологического аппарата и на полу.

В начальной стадии загорания ЛВЖ и ГЖ применяют стационарные воздушно-пенные огнетушители ОВПС или ОВПУ.

Установки газового пожаротушения подразделяются на установки общего объемного пожаротушения и локального пожаротушения по объему, локального пожаротушения по площади.

В *установках общего объемного пожаротушения* применяют такие огнетушащие вещества, как диоксид углерода, азот, аргон, водяной пар. В помещениях объемом до 3000 м³ применяют объемное тушение такими газовыми составами, как «Инерген», состоящий из N₂ - 52 %, Ar - 40%, CO₂ - 8 %.

Локальное тушение газовыми составами по объему используется тогда, когда применение установок объемного тушения невозможно.

В настоящее время известны аэрозольные установки активного пожаротушения марки ГОР, например, «ГОР-6М-1» (защищаемый объем 10 м³), «ГОР-6Э» (защищаемый объем 38 м³), «ГОР-9Э» (защищаемый объем 50 м³) и др.

Установки локального тушения по площади применяются для тушения отдельных очагов в помещениях такого объема, где создавшаяся концентрация огнетушащего газа не будет опасной для людей. В качестве огнетушащего газа в таких установках используют диоксид углерода.

Назначение автоматической установки объемного газового тушения - быстро заполнить помещение газовыми составами и создать в нем требуемую концентрацию CO_2 , при которой прекращается горение.

При использовании газового пожаротушения предупредительная сигнализация должна оповестить работающих о том, что начинается подача газа, чтобы они все во избежание отравления могли покинуть помещение.

В самом помещении предусматривают вытяжную вентиляцию для удаления загазованного воздуха. При использовании хладонов кратность воздухообмена должна быть равна трем, а при использовании других средств газового пожаротушения - шести.

Баллоны с газом, запорно-пусковая арматура и контрольно-регулирующие устройства монтируются в специально отведенном для этих целей помещении.

Установки локального пожаротушения по объему применяются для тушения пожара отдельных агрегатов или оборудования. В них используются диоксид углерода. Нормативная массовая огнетушащая концентрация при локальном тушении по объему - $6 \text{ кг/м}^3 CO_2$. Время тушения не должно превышать 30 с.

Установки для тушения пожаров порошковыми составами обычно являются стационарными. Они применяются на технологических аппаратах, в производственных зданиях и сооружениях. Установки могут иметь различные схемы и выполняться с электрическим и пневмомеханическим пуском.

Установка автоматического пожаротушения порошковыми составами с пневмомеханической системой пуска приводится в действие при срабатывании побудительно-пусковой батареи после включения пожарного извещателя.

Под действием сжатого газа поршень привода опускается вниз, при этом трос натягивается и открывает головки-затворы, которые включают подачу сжатого газа через редуктор в сосуд с порошковым составом. Когда давление в сосуде достигает заданного предела, порошковый состав через трубопровод и распылители подается на очаг горения.

В настоящее время промышленность освоила выпуск установок активного порошкового пожаротушения марок Тайфун: «Тайфун 015» (защищаемая площадь 14 м^2), «Тайфун 015-6» (защищаемая площадь 7 м^2), «Тайфун 050» (защищаемая площадь 40 м^2), «Тайфун 050В» (во взрывозащищенном исполнении, защищаемая площадь 40 м^2).

Передвижные порошковые установки располагаются в кузове автомашины или на платформе прицепа. Заряд огнетушащего состава такой установки колеблется от 0,5 до 1,5 т. Порошковые установки весьма эффективны, но достаточно дороги.

19.4. Противопожарное водоснабжение

Противопожарное водоснабжение представляет собой комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора и транспортирования воды, хранения ее запасов и использования их для пожаротушения.

Противопожарное и (или) объединенное противопожарное водоснабжение предприятий следует проектировать на основе утвержденных схем их развития с учетом степеней огнестойкости, классов функциональной пожарной опасности, категорий зданий и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности, а также требований ТКП 45-2.02-138-2009 «Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования».

Системы водоснабжения предприятий должны обеспечивать подачу расчетных расходов воды на наружное и внутреннее пожаротушение, при этом наружный и (или) внутренний противопожарный водопровод может быть объединен с хозяйственно-питьевым и (или) производственным в зависимости от принятой схемы водоснабжения, категории надежности подачи воды, разветвленности сетей, санитарно-гигиенических, технико-экономических и других требований. Наружное пожаротушение осуществляется гидрантами, лафетными стволами, водяными завесами и пр., а внутренне – пожарными кранами, которые устанавливаются преимущественно у входов в помещения в пожарном шкафу, соответствующем НПБ 46-2004 «Шкаф пожарный». При этом клапан пожарного крана должен быть установлен на высоте 1,35 м от уровня пола.

При технико-экономическом обосновании допускается проектировать наружный и (или) внутренний противопожарный водопровод, а также объединять его с водопроводом другого функционального назначения.

Допускается не предусматривать наружное противопожарное водоснабжение для зданий:

I—IV степеней огнестойкости классов Ф5.1—Ф5.3 объемом до 500 м³ категорий В4 и Д;

класса Ф5.2, предназначенных для хранения горючих материалов и негорючих материалов в горючей упаковке площадью до 50 м²;

I—IV степеней огнестойкости классов Ф3.1 объемом до 500 м³ и Ф3.2 объемом до 1000 м³, размещаемых вне населенных пунктов.

Допускается не предусматривать внутренний противопожарный водопровод в зданиях:

классов Ф5.1—Ф5.3, применение воды в которых может вызвать взрыв, пожар, распространение пламени;

I—IV степеней огнестойкости классов Ф5.1—Ф5.3 категорий Г1, Г2, В4 и Д независимо от их строительного объема;

V—VIII степеней огнестойкости классов Ф5.1—Ф5.3 категорий Г1, Г2, В4 и Д строительным объемом не более 5000 м³;

Расход воды на один пожар на наружное пожаротушение промышленных предприятий должен приниматься для здания, требующего наибольшего расхода воды, согласно табл. 19.9 или 19.10 в зависимости от степени огнестойкости, категории, строительного объема, ширины здания и наличия фонарей.

Расход воды на наружное пожаротушение зданий, разделенных на части противопожарными стенами, следует принимать по той части здания, где требуется наибольший расход воды.

Таблица 19.9. Расход воды на наружное водоснабжение шириной до 60 м

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м при строительном объеме зданий, тыс. м ³						
		до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 20	св. 20 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 600
I—IV	B4, Г1, Г2, Д	10 ¹	10 ¹	10	10	15	20	25
I—IV	A, Б, В1—В3	10	10	15	20	30	35	40
V, VI	Г1, Г2, В4, Д	10	10	15	25	35	—	—
V, VI	В1—В3	10	15	20	30	40	—	—
VII, VIII	Г1, Г2, В4, Д	10	15	20	30	—	—	—
VII, VIII	В1—В3	15	20	25	40	—	—	—

Для зданий класса Ф5.3 расход воды на один пожар принимать 5 л/с.

Таблица 19.10
Расход воды на наружное водоснабжение шириной более 60 м

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, производственных зданий без фонарей шириной более 60 м при строительном объеме зданий, тыс. м ³								
		до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 600	св. 600 до 700	св. 700 до 800
I—IV	A, Б, В1-В3	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I—IV	B4, Г1, Г2, Д	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Расход воды на тушение пожара из внутренней или наружной сети объединенного противопожарного водопровода должен быть обеспечен при наибольшем расходе воды на другие нужды, при этом на предприятии расходы воды на поливку территории, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования, а также на полив растений в теплицах не учитываются.

Расход воды на внутреннее пожаротушение принимается из таблиц 19.11 и 19.12.

Таблица 19.11
Расход воды на внутреннее пожаротушение зданий

Класс зданий по функциональной пожарной опасности	Число струй	Минимальный расход воды (на одну струю) на внутреннее пожаротушение, л/с
Здания класса Ф5.4, строительным объемом, м ³ : - от 5000 до 25000 - свыше 25000	1	2,5
	2	2,5
Здания класса Ф2 - Ф5: - высотой свыше 50 м и строительным объемом до 50000 м ³ - то же, строительным объемом свыше 50000м ³	4	5
	8	5

Таблица 19.11
Расход воды на внутреннее пожаротушение зданий в зависимости от их степени огнестойкости и категорий по взрывопожарной и пожарной опасности

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	Число струй и минимальный расход воды (на одну струю), л/с, на внутреннее пожаротушение в зданиях классов Ф5.1—Ф5.3 высотой до 50 м и строительным объемом, тыс. м ³			
		св. 5 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 800
I—IV	A, Б, В1—В3	2×5	2×5	3×5	4×5
V, VI	В1—В3	2×5	2×5	—	—
V, VI	В4, Г1, Г2, Д	2×2, 5	2×2, 5	—	—
VII, VIII	В1—В3	2×5	—	—	—

VII, VIII	B4, Г1, Г2, Д	2×2, 5	—	—	—
-----------	---------------	-----------	---	---	---

В случаях, когда по условиям технологического процесса возможно частичное использование производственной воды на наружное пожаротушение, следует предусматривать установку пожарных гидрантов на сети производственного водопровода дополнительно к гидрантам, установленным на сети объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода, обеспечивающего требуемый расход воды на пожаротушение.

Расчетное количество одновременных пожаров на промышленном предприятии следует принимать в зависимости от занимаемой им площади, га: один пожар - при площади до 150; два пожара - при площади более 150.

Расчетная продолжительность тушения пожара должна приниматься равной 3 ч, а для зданий I—IV степеней огнестойкости категорий B4, Г1, Г2 и Д — 2 ч.

При установке внутренних пожарных кранов на водяных системах автоматического пожаротушения время их работы следует принимать равным времени работы систем автоматического пожаротушения.

Минимальное гидростатическое давление в наружной сети противопожарного водопровода высокого давления в период пожаротушения должно обеспечивать высоту компактной части струи не менее 10 м при полном расчетном расходе воды на пожаротушение и расположении пожарного ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания.

Требуемое давление P_r , МПа, у наиболее удаленного от здания пожарного гидранта на период тушения пожара подсчитывается по формуле

$$P_r = (H_r + 30 \text{ м})/100,$$

где H_r - геометрическая высота, м, наивысшей точки здания от планировочных отметок здания или гидранта.

Сети противопожарных или объединенных противопожарных водопроводов следует проектировать кольцевыми, при этом кольцевание наружных сетей через внутренние сети зданий и сооружений не допускается.

Пожарные гидранты необходимо устанавливать на сетях в колодцах на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части автомобильных дорог и проездов с твердым и гравийно-щебеночным покрытием, но не ближе 5 м от стен зданий.

Расположение пожарных гидрантов на водопроводной сети должно обеспечивать пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания, сооружения или их отсеков не менее чем от двух гидрантов при расходе воды на пожаротушение 15 л/с и более и от одного - при меньшем расходе.

Максимальное расстояние от пожарного гидранта (гидрантов) до обслуживаемого им (ими) здания или сооружения, или до точки пересечения струй не должно превышать 200 м, при этом должны учитываться высота здания и неровности рельефа местности.

Расстояние между пожарными гидрантами следует определять расчетом, учитывающим вышеуказанные требования, водоотдачу сети, суммарный расход воды на пожаротушение, пропускную способность устанавливаемого типа гидранта.

Для обеспечения непрерывной подачи воды сети внутренних водопроводов зданий, обеспечивающих нужды пожаротушения, следует принимать кольцевыми или с закольцованными вводами при двух тупиковых трубопроводах с ответвлениями к потребителям от каждого из них. Кольцевые сети должны быть присоединены к наружной кольцевой сети не менее чем двумя вводами.

Два ввода и более следует предусматривать для зданий, в которых установлено свыше 12 пожарных кранов.

Тупиковые сети допускается предусматривать при установке на них не более 12 пожарных кранов и при условии отсутствия на сети потребителей, для которых не допускается перерыв в подаче воды.

При устройстве двух и более вводов следует предусматривать присоединение их, как правило, к различным участкам наружной кольцевой сети водопровода.

Пожарный запас воды следует предусматривать в случаях, когда получение необходимого количества воды для тушения пожара непосредственно из источника водоснабжения технически невозможно или экономически нецелесообразно. Пожарный запас воды в резервуарах должен определяться из условия обеспечения:

пожаротушения из пожарных гидрантов и внутренних пожарных кранов;
работы систем автоматического пожаротушения зданий и сооружений;
максимальных часовых питьевых, хозяйственных и производственных нужд в сутки максимального водопотребления на весь период пожаротушения.

При этом неприкосновенный пожарный запас воды W_{nc}^{H3} , м³, следует определять по формуле

$$W_{nc}^{H3} = W_n^{H3} - q_{cp} T, \quad (2)$$

где W_n^{H3} - пожарный запас воды в резервуаре;

q_{cp} - среднечасовая подача воды от источника водоснабжения, м³/ч;

T - расчетное время пожаротушения, ч.

Запас воды для целей пожаротушения в баках водонапорных башен должен рассчитываться на десятиминутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожаров здания (сооружения), для которого требуется наибольший расчетный расход воды на внутреннее и наружное пожаротушение при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды.

Расчетные расходы воды на предприятиях складываются из ее общего пожарного расхода на наружное (от гидрантов) и внутреннее (от внутренних пожарных кранов) пожаротушение и максимального расхода на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Расчетный запас воды, м³ для трехчасового пожаротушения определяется по формуле

$$Q = n \cdot 3 \cdot 3600 / 1000 = 10,8 \cdot n,$$

где $n = n_1 + n_2$ - секундный расход воды на внутреннее (n_1) и наружное (n_2) пожаротушение, $\text{дм}^3/\text{с}$; 3600 и 1000 - переводные коэффициенты соответственно часов в секунды и дм^3 в м^3 .

Нормативный расход воды $n_1 = 5 \text{ дм}^3/\text{с}$, а n_2 принимается в зависимости от степени огнестойкости здания, его объема и категории зданий по пожаровзрывоопасности.

Диаметр, м, пожарного водопровода при заданной скорости движения в нем воды определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot n}{1000 \cdot \pi \cdot W_B}},$$

где W_B - скорость движения воды, м/с.

Скорость движения воды в трубопроводах противопожарного водопровода допускается принимать от 1,5 до 5,0 м/с.

19.5. Паспорт пожарной безопасности промышленного предприятия

Паспорт пожарной безопасности - документ, характеризующий существующий уровень пожарной безопасности промышленного предприятия (участка, цеха, здания), на котором производятся, используются или хранятся взрывопожароопасные вещества и материалы, и отражающий необходимые мероприятия по выполнению требований действующих норм и правил в области пожарной безопасности.

По существу паспорт предназначен для оценки уровня пожарной безопасности пожаровзрывоопасных производств.

Паспорт составляется в трех экземплярах, утверждается руководителем предприятия и согласовывается местным органом государственного пожарного надзора.

Первый экземпляр паспорта постоянно хранится на предприятии, второй экземпляр передается в местный орган государственного Пожарного надзора, третий экземпляр, по требованию, передается вышестоящей организации.

К разработке паспорта могут привлекаться организации, имеющие соответствующую лицензию органов государственного пожарного надзора.

Перед составлением паспорта необходимо изучить требования нормативных документов национальной системы противопожарного нормирования и стандартизации; соответствия этим требованиям производства, тактико-технических возможностей Подразделений по чрезвычайным ситуациям; динамики развития возможных пожаров, их влияния на строительные конструкции, соседние объекты (здания, сооружения), окружающую среду и другие факторы.

К паспорту прикладывается план размещения зданий и сооружений на территории предприятия, который выполняется в принятом масштабе.

На план наносятся:

- резервуарные парки, насосные, компрессорные, сли-во-наливные эстакады (условно), пожарные водоемы и другие водисточники, используемые при пожаре;

- гидранты;

- устройства, ограничивающие растекание ЛВЖ, ГЖ в случае разлива;

- пути следования пожарной техники;

- места расположения пожарной техники, пункта управления аварией;

- радиус возможного полного разрушения зданий и сооружений при взрыве, рассчитанный в соответствии с ОПВ-96.

План должен содержать соответствующие условные обозначения.

По результатам заполнения паспорта разрабатываются мероприятия по доведению производства до требуемого уровня пожарной безопасности.

Данные паспорта должны учитываться при разработке проектов технического перевооружения, реконструкции, капитальных и текущих ремонтах зданий и сооружений предприятия, планировании деятельности пожарно-технической комиссии (ПТК) и других мероприятий.

Мероприятия по повышению пожарной безопасности производства в соответствии с действующими нормами проектирования выполняются в период технического перевооружения или реконструкции. Другие мероприятия реализуются в период эксплуатации в сроки, согласованные с органом государственного пожарного надзора.

В паспорте своевременно отражают результаты технологических, объемно-планировочных и конструктивных изменений, а также выполнения мероприятий по повышению пожарной безопасности производства.

С целью получения более полной характеристики уровня пожарной безопасности отдельных цехов, производств, зданий и сооружений предприятия, паспорт рекомендуется разрабатывать и компоновать отдельно по объектам, входящим в его состав.

В зависимости от специфических особенностей технологического процесса, его пожарной опасности, оснащенности активной противопожарной защитой предприятия и подразделений пожарной аварийно-спасательной службы и других особенностей структура паспорта может видоизменяться и трансформироваться.

В целях наиболее полного отражения пожарной опасности технологических процессов, а также иных особенностей производства (объемно-планировочных, конструктивных и др.), выработки условий и методов тушения рекомендуется:

- согласовывать структуру паспорта с органами государственного пожарного надзора;

- совмещать разрабатываемые элементы паспорта либо информационное содержание с планами и оперативными карточками пожаротушения объекта;

- осуществлять разработку таблиц, схем паспорта с учетом анализа результатов учений и тренировок пожарной аварийно-спасательной службы по тушению возможных пожаров на объектах, обследований объекта органами государственного пожарного надзора, других надзорных организаций;

- привлекать для разработки паспорта специалистов государственного пожарного надзора.

19.6. Пожарная связь и сигнализация на предприятии

На предприятиях с целью своевременного оповещения о возникновении пожара, включения систем пожаротушения и вызова пожарных команд предусматривается *система пожарной связи и оповещения*.

В зависимости от назначения различают охранно-пожарную сигнализацию для оповещения пожарной охраны предприятия или города; диспетчерскую связь, обеспечивающую управление и взаимодействие пожарных частей с администрацией районов и городскими службами экстренной помощи и оперативную радиосвязь, которая непосредственно руководит пожарными отделениями и расчетами при тушении пожара.

Один из видов пожарной связи - телефонная связь. На каждом телефонном аппарате укрепляется табличка с указанием номеров телефонов для вызова пожарной охраны. В обязательном порядке телефонной связью оборудуются помещения пожарного поста, дежурного персонала, диспетчерской связи, а также иные помещения с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство.

Пожарная сигнализация предназначена для быстрого сообщения о пожаре и должна соответствовать требованиям СТБ 11.16.04-2009 «Системы пожарной сигнализации адресные. Общие технические условия». Системами пожарной сигнализации оборудуются технологические установки повышенной пожарной опасности, производственные и административные здания, склады. Пожарная сигнализация может быть электрической и автоматической.

Электрическая пожарная сигнализация в зависимости от схемы подключения извещателей к приемной станции может быть лучевой и шлейфовой (кольцевой) (рис. 19.6).

При устройстве *лучевой системы* пожарной сигнализации каждый извещатель соединен с приемной станцией двумя проводами, образующими как бы отдельный луч. При этом на каждом луче параллельно устанавливается 3-4 извещателя. При срабатывании любого из них на приемной станции будет известен номер луча, но не место установки извещателя.

Наиболее распространенными извещателями лучевой системы являются извещатели типа ПТИМ (тепловой извещатель максимального действия), МДПИ-028 (максимально-дифференциальный пожарный извещатель), ПКИЛ-9 (пожарный кнопочный извещатель лучевой) и др.

Шлейфовая (кольцевая) система при установке ручных извещателей обычно предусматривает включение примерно 50 извещателей последовательно на одну линию (шлейф). Каждый извещатель, имея определенный код и подавая сигнал на станцию, одновременно дает информацию о месте своего нахождения. К месту срабатывания извещателя немедленно выезжает пожарная команда.

В соответствии с **СТБ 11.16.01** пожарные извещатели (ПИ) по способу приведения в действие классифицируются на ручные и автоматические.

Ручные пожарные извещатели могут устанавливаться как вне зданий на стенах и конструкциях на высоте 1,5 м от уровня пола или земли и на расстоянии не более 150 м друг от друга, так и внутри помещений - в коридорах, проходах, на лестничных клетках, при необходимости в закрытых помещениях. Расстояние между ними должно быть не более 50 м. Их устанавливают по одному на всех лестничных площадках каждого этажа. Место установки ручных пожарных извещателей освещается искусственным светом.

Участки поверхности, на которых предусматривается размещение ручных извещателей, окрашиваются в белый цвет с красной окантовкой шириной 20x50 мм (СТБ 393-2003). Их следует включать в самостоятельный шлейф пожарной сигнализации или совместно с автоматическими пожарными извещателями. Для приведения в действие электрической пожарной сигнализации необходимо разбить стекло и нажать на кнопку пожарного извещателя.

В настоящее время выпускаются ручные пожарные извещатели марок АС-05, ИП5-2Р и др.

Автоматические извещатели, т.е. датчики, сигнализирующие о пожаре, подразделяются на тепловые, дымовые, световые, комбинированные и газовые (определяющие газообразные продукты горения и термического разложения материалов).

Согласно НПБ 103-2005 «Извещатели пожарные тепловые» (термоизвещатели) срабатывают при повышении температуры до заданного предела. Их рекомендуется устанавливать в закрытых помещениях. Термоизвещатели по принципу действия подразделяются на максимальные, срабатывающие при достижении контролируемым параметром (температурой, излучением) определенного значения; дифференциальные, реагирующие на скорость изменения контролируемого параметра; максимально-дифференциальные, реагирующие как на достижение контролируемым параметром заданной величины, так и на скорость его изменения.

Термоизвещатели, которые после срабатывания и установления нормальной температуры возвращаются в исходное положение без постороннего вмешательства, называются *самовосстанавливающимися*.

Благодаря простоте конструкции большое распространение получил извещатель тепловой легкоплавкий – ДТЛ. В качестве чувствительного элемента в нем использован сплав с температурой плавления 72⁰С, который соединяет две пружинящие пластинки. При повышении температуры сплав расплавляется и пластинки, размыкаясь, включают сеть сигнализации.

Дымовые извещатели применяются в том случае, когда при горении веществ, обращающихся в производстве, выделяется большое количество дыма и продуктов сгорания. По принципу действия дымовые ПИ могут быть радиоизотопными (определяющими дым по изменению ионизационных токов чувствительного элемента) и оптическими (определяющими дым по поглощению или рассеиванию электромагнитного излучения чувствительного элемента).

На практике для этой используются цели пожарные извещатели типа ДИП (ДИП-1, ДИП-2), работающие по принципу регистрации фотоприемником отра-

женного от частиц дыма света, и радиоизотопные извещатели дыма типа РИД (РИД-1, РИД-6М), в которых в качестве чувствительного элемента применяется ионизационная камера.

Широкое распространение на практике получили оптико-электронные дымовые пожарные извещатели марок ИП212-41М, ИП212-50М, ИП212-43, ИП212-45, ИП212-41М и комбинированные с температурным датчиком -ИП212-5МС, ИП212-5МК, ИП212-5МКС и др.

Для мгновенного получения сигнала тревоги в самом начале возгорания (при появлении пламени, дыма и т.д.) в настоящее время применяются малоинерционные извещатели с фотоэлементами - счетчиками фотонов, ионизационными камерами и т.п.

Дымовые и тепловые пожарные извещатели устанавливаются на потолке, допускается их установка на стенах, балках, колоннах, подвеска на тросах под покрытиями зданий.

Световые извещатели применяются в случае, когда при горении появляется видимое пламя. Они могут устанавливаться также и на оборудовании.

Комбинированные извещатели применяются для защиты установок повышенной надежности, когда могут одновременно проявиться несколько эффектов возгорания.

Количество устанавливаемых автоматических пожарных извещателей определяется площадью помещения, а для световых извещателей - и контролируемого оборудования. Каждую точку защищаемой поверхности необходимо контролировать не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями.

Пожарная связь и сигнализация имеют большое значение для осуществления мер по предупреждению пожаров, способствуют своевременному их обнаружению и вызову пожарных подразделений к месту возникновения пожара, а также обеспечивают управление и оперативное руководство работой при пожаре.

19.7. Организация пожарной охраны предприятия

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О пожарной безопасности» на руководителей, должностных лиц и каждого из работников возложена обязанность обеспечения пожарной безопасности на предприятии. Конкретные обязанности каждого работника устанавливаются в должностных инструкциях.

Руководитель предприятия своим приказом определяет ответственных должностных лиц за пожарную безопасность по каждому подразделению.

Каждый работник обязан:

- знать и выполнять на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- принимать меры предосторожности при проведении работ с ЛВЖ и ГЖ, другими пожароопасными материалами и оборудованием;
- знать характеристики пожарной опасности применяемых или изготавливаемых веществ и материалов;

- в случае обнаружения пожара сообщать о нем в пожарную службу и принимать возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

План действий работников на случай возникновения пожара утверждается руководителем предприятия, который должен организовать практические тренировки по его выполнению не реже двух раз в год.

Ответственность за нарушение требований пожарной безопасности определена действующим законодательством и может выражаться в зависимости от тяжести наступивших последствий в виде штрафа, ареста, лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, ограничения или лишения свободы. Максимальный срок лишения свободы - 7 лет.

Для предупреждения пожаров на предприятиях проводятся организационные, эксплуатационные, технические и режимные мероприятия.

К *организационным мероприятиям* относятся правильная организация пожарной охраны объекта, обучение работающих пожарной безопасности, проведение противопожарных инструктажей и технических минимумов, бесед, создание добровольных пожарных дружин, использование средств наглядной агитации и т.п.

Каждый вновь принимаемый на работу, прежде чем приступить к выполнению своих обязанностей, должен пройти противопожарный инструктаж, а на особо пожаро- и взрывоопасных предприятиях все работники должны пройти пожарно-технический минимум.

Противопожарный инструктаж осуществляется в два этапа - вводный и обучение на рабочем месте.

Пожарно-технический минимум проводят в виде занятий по специальной программе, разработанной с учетом особенностей пожарной опасности технологической установки. В данном случае предусматривается детальное обучение работников приемам и способам пользования имеющимися средствами индивидуальной защиты, пожаротушения и пожарной сигнализации.

Эксплуатационные мероприятия предусматривают своевременное проведение профилактических осмотров, ремонтов, испытаний технологического, вспомогательного и инженерного оборудования, а также правильное содержание зданий и сооружений.

К *техническим мероприятиям* относится строгое соблюдение правил пожарной безопасности при проектировании зданий и сооружений, компоновке оборудования, устройстве отопления, освещения, вентиляции и т.д. Мероприятия *режимного характера* представляют собой запрещение или определение мест курения, меры по безопасной организации производства сварочных и других огневых работ, соблюдение противопожарного режима и т.п.

Под *противопожарным режимом* предприятия понимают комплекс противопожарных мероприятий при выполнении работ и эксплуатации объектов, т.е. совокупность мер и требований пожарной безопасности, заранее установленных для объекта или отдельного помещения и подлежащих обязательному выполнению всеми работающими там лицами.

Противопожарный режим устанавливается правилами, инструкциями, приказами или распоряжениями руководителя объекта и охватывает такие профилактические мероприятия, как содержание территории и помещений, проездов, путей эвакуации в зданиях, обесточивание электрооборудования в конце рабочего дня и в случае пожара, уборку помещений и рабочих мест, установление и соблюдение норм хранения в помещениях сырья, полупродуктов и готовой продукции, запрещение курения и применения открытого огня в местах, опасных в пожарном отношении, а также регулярные осмотры перед закрытием помещений после окончания работы.

В соответствии с действующим законодательством для привлечения инженерно-технических работников, рабочих и служащих к участию в работе по проведению пожарно-профилактических мероприятий на предприятии создается *пожарно-техническая комиссия*, состав которой утверждается приказом руководителя. Руководство комиссией возлагается на заместителя руководителя или на главного инженера. ПТК не реже одного раза в полугодие проводит детальную проверку соблюдения правил и норм пожарной безопасности и разрабатывает мероприятия по устранению выявленных нарушений, которые оформляются актом, утверждаемым руководителем предприятия и подлежат выполнению в установленные сроки.

В своей работе комиссия взаимодействует с заинтересованными службами и общественными формированиями.

Добровольная пожарная дружина (ДПД) формируется из числа рабочих, инженерно-технических работников и служащих независимо от наличия других видов пожарной службы. ДПД могут быть общеобъектовыми или цеховыми. При наличии общеобъектовой пожарной дружины в цехах, складах и других объектах предприятия организуются боевые расчеты из числа рабочих смены.

Численный состав дружины определяется руководителем предприятия из расчета 5 человек на каждые 100 работающих. При численности работающих на предприятии до 100 человек численность ДПД должна быть не менее 10 человек. Если количество работающих на предприятии составляет менее 15 человек, ДПД не создается, а обязанности на случай пожара распределяются между работниками. Основными задачами ДПД являются:

- контроль за соблюдением противопожарного режима;
- проведение разъяснительной работы среди работников по соблюдению противопожарного режима на рабочих местах и правил осторожного обращения с огнем в быту;
- надзор за исправностью средств пожаротушения и их укомплектованностью;
- вызов пожарной службы в случае возникновения пожара, принятие мер по его тушению имеющимися средствами и т.п.

Члены ДПД принимают участие в локализации и ликвидации загораний, эвакуации людей и материальных ценностей из горящих помещений.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные принципы тушения пожаров?
2. Охарактеризуйте основные огнетушащие вещества и особенности их применения.
3. Что относится к первичным средствам тушения, их характеристика?
4. Принцип действия и особенности автоматических стационарных систем пожаротушения?
5. Какие вы знаете виды пожарной связи сигнализации. Их устройство и принцип работы?
6. Что представляет собой паспорт пожарной безопасности?
7. Как организуется пожарная безопасность на предприятии?

ЛИТЕРАТУРА

1. Челноков, А.А. Охрана труда: учебное пособие/А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко – Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 463 с.
2. Челноков, А.А. Охрана труда: /А.А. Челноков, Минск, 2006. – 463 с.
3. Охрана труда: лабор. практикум/ А.А. Челноков [и др.], Минск, 2002. – 237 с.
4. Челноков, А.А. Основы промышленной экологии /А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко. Минск, 2001. – 343 с.
5. Челноков, А.А. Охрана труда. Типовая учебная программа для вузов по специальностям химико-технологического профиля. Минск, 2010.
6. Макаров, Г.В. Охрана труда в химической промышленности /Г.В. Макаров, А.Я. Васин, Л.К. Маринина – М.: Химия, 1989. – 496 с.
7. Маринина, Л.К. Безопасность труда в химической промышленности: учебник – Academia, 2006. – 528 с.
8. Лазаренков, А.М. Охрана труда/ А.М. Лазаренков. Минск, 2004.
9. Бесчаснов, М.В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов – М.: Химия, 1983. – 472с.
10. Бобков, А.С. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности/А.С. Бобков, А.А. Блинов, И.А. Роздин, Е.И. Хабарова – М.: Химия, 1997. – 412 с.
11. Девисилов, В.А. Охрана труда: учебник – М.: Форум – Инфра-М, 2008. – 448 с.
12. Крыжановский, И.Ю. Охрана труда: учебное пособие – Минск: «Беларусь», 2007 – 218 с.
13. Гончаров, А.Н. Охрана труда. Учебное пособие/А.Н. Гончаров, Д.А. Бурминский, Н.К. Модин – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. –144 с.
14. Семич, А.В. Охрана труда и СТБ18001-2005, OHSА 18001:1999. – Минск: «Центр охраны труда и промышленной безопасности», 2007. – 195 с.
15. Куценко, Г.В. Охрана труда в энергетике: практ. пособие/Г.Ф. Куценко. – Минск: Дизайн ПРО, 2005. – 784 с.
16. Семич, А.В. Экзамен по охране труда: практическое пособие для руководителей/А.В. Семич, П.В. Семич – Минск: Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2007. – 388 с.
17. Безопасность жизнедеятельности: учебник для студентов вузов/С.В. Белов. – 8-е изд. стереотип. – Москва: Высшая школа, 2008. – 616 с.
18. Графкина, М.В. Охрана труда и производственная безопасность: учебник/ М.В. Графкина – М., Проспект, 2009. – 432с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Предмет и задачи дисциплины	4
ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА	9
Глава 1. Правовые основы охраны труда	9
1.1. Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда	9
1.2. Законодательные и иные нормативные правовые акты	
по охране труда.....	11
1.2.1. Основные положения законодательства по охране труда	11
1.2.2. Технические нормативные правовые акты в области охраны труда	
1.2.3. Локальные нормативные правовые акты. Инструкции по охране	
труда.....	18
1.4. Обязанности работодателей и производственного персонала	
в области охраны труда.....	29
1.4.1. Обязанности работающих по охране труда	29
1.4.2. Организация производственного контроля за состоянием	
охраны труда	31
1.5. Гарантии и права работающих на охрану труда	32
1.6. Охрана труда женщин.....	33
1.7. Ответственность за нарушение законодательства по охране труда	35
Контрольные вопросы	37
Глава 2. Организационные основы охраны труда.....	39
2.1. Система управления охраной труда на предприятии	39
2.1.1. Общие положения.....	39
2.1.2. Задачи и функции управления охраной труда	41
2.1.3. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков ...	44
2.1.4. Политика предприятия в области охраны труда	46
2.1.5. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда ...	48
2.1.6. Аудиты функционирования системы управления охраной труда.....	
Мониторинг состояния условий и охраны труда	50
2.1.7. Экономическая эффективность мероприятий по охране труда	51
2.2. Организация службы охраны труда на предприятии	56
2.3. Организация обучения и проверки знаний работающих	
по безопасности труда	61
2.3.1. Обучение и проверка знаний руководителей и специалистов	61
2.3.2. Обучение и проверка знаний рабочих по охране труда	63
2.3.3. Инструктаж работающих по охране труда.....	65
Контрольные вопросы	67
Глава 3. Условия труда и производственный травматизм	68
3.1. Человеческий фактор в обеспечении безопасности труда.....	68
3.2. Классификация опасных и вредных производственных факторов.....	71

3.3. Аттестация рабочих мест и компенсация работающим за работу в неблагоприятных условиях труда.....	72
3.3.1. Порядок проведения аттестации рабочих мест	72
3.3.2. Гигиеническая классификация условий труда	74
3.3.3. Компенсация работающим за работу в неблагоприятных условиях труда	76
3.4. Паспортизация санитарно-технического состояния условий охраны труда	79
3.5. Травматизм и профессиональные заболевания.....	80
3.5.1. Общие сведения	80
3.5.3. Обязательное страхование работающих от несчастных случаев профессиональных заболеваний	83
3.5.4. Расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний на предприятии	86
3.5.4.1. Обязанности работодателя при несчастном случае	86
3.5.4.2. Расследование несчастных случаев	88
3.5.4.3. Специальное расследование несчастных случаев	90
3.5.4.4. Расследование профзаболеваний	92
3.5.5. Анализ и учет производственного травматизма и профзаболеваний.....	94
Контрольные вопросы	97
ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ И ГИГИЕНЫ ТРУДА	99
Глава 4. Производственный микроклимат и основные методы его оптимизации.....	99
4.1. Метеорологические условия производственной среды и их влияние на работающих.....	99
4.2. Инфракрасное излучение и его воздействие на работающих	101
4.3. Нормирование и контроль параметров микроклимата производственных помещений	103
4.4. Мероприятия по оптимизации микроклимата	109
4.4.1. Общие положения.....	109
4.4.2. Отопление и кондиционирование воздуха.....	110
4.4.3. Аэроионизация воздуха.....	114
Контрольные вопросы	115
Глава 5. Освещение производственных помещений.....	116
5.1. Влияние цветосветового климата на безопасность труда.....	116
5.2. Основные светотехнические понятия и определения	118
5.3. Естественное освещение, его нормирование и расчет	120
5.4. Искусственное освещение, его нормирование и расчет	122
5.5. Характеристика источников света и светильников	125
Контрольные вопросы	130
Глава 6. Химические факторы и методы защиты.....	131
от их воздействия.....	131
6.1. Классификация вредных веществ.....	131
6.2. Показатели опасности вредных веществ	132

6.3. Действие вредных веществ на организм человека	135
6.4. Промышленная пыль и ее воздействие на организм человека.....	140
6.5. Нормирование вредных веществ и методы их контроля	143
6.6. Мероприятия по обеспечению нормативных	
санитарно-гигиенических условий труда	146
6.7. Вентиляция производственных помещений.....	
6.7.1. Естественная вентиляция	148
6.7.2. Искусственная общеобменная вентиляция	150
6.7.3. Местная вентиляция	152
6.7.4. Очистка, обезвреживание, обеззараживание и дезодорация вентиляци-	
онных выбросов.....	
6.8. Средства защиты работающих от воздействия вредных веществ	163
6.8.1. Коллективные и индивидуальные средства.....	163
6.8.2. Средства индивидуальной защиты органов дыхания	166
Контрольные вопросы	172
Глава 7. Защита работающих от шума, вибрации, инфра- и ультразвуков. 173	
7.1 Физические и физиологические характеристики шума и вибрации.....	173
7.2. Воздействие шума, вибрации и других колебаний.....	178
на организм человека	178
7.3. Нормирование и контроль шума, вибрации, инфра- и ультразвуков ..	182
7.4. Защита работающих от шума, вибрации, ультра- и инфразвуков	188
Контрольные вопросы	194
Глава 8. Защита производственного персонала от статического электричества и	
производственных излучений.....	195
8.1. Статическое электричество и меры защиты.....	195
8.2. Характеристика электромагнитного излучения и методы защиты.....	203
8.3. Нормирование и защита работающих от ультрафиолетового излучения	211
8.4. Защита от источников лазерного излучения	214
8.5. Комбинированное действие вредных факторов на организм человека	216
Контрольные вопросы	218
ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА	219
Глава 9. Безопасность производственных зданий и территорий	219
9.1. Генеральный план и планировка территории.....	219
9.2. Требования безопасности к устройству зданий и помещений	224
9.3. Санитарно-бытовое обеспечение работающих	227
9.4. Требования охраны труда при проектировании производственных объек-	
тов.....	
9.5. Основы промышленной безопасности технологических объектов и	
производств.....	233
9.5.1. Характеристика и требования безопасности опасных.....	233
производственных объектов	233
9.5.2. Категорирование производств и объектов по взрывоопасности ..	236
9.5.3. Безопасность технологических процессов.....	240
9.5.4. Безопасность производственного оборудования.....	243

9.5.4.1. Общие требования безопасности	243
9.5.4.2. Требования безопасности для оборудования.....	246
взрывоопасных производств.....	246
9.5.5. Технологический регламент и карты технологических процессов	250
9.5.6. Контроль, управление и противоаварийная защита.....	252
технологических процессов.....	252
9.5.7. Инженерно-технические средства безопасности	257
9.5.8. Планы локализации и ликвидации аварийных ситуаций	259
9.5.9. Техническое расследование аварий, инцидентов.....	262
9.5.9.1. Порядок расследования аварий	262
9.5.9.2. Порядок расследования инцидентов.....	266
9.5.10. Декларирование и лицензирование промышленной безопасности	267
Контрольные вопросы	270
Глава 10. Основы электробезопасности	271
10.1. Общие положения	271
10.2. Действие электрического тока на организм человека	272
10.3. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током	274
10.4. Условия и основные причины поражения электрическим током	280
10.5. Оказание первой доврачебной помощи при поражении электрическим током.....	285
10.6. Безопасность эксплуатации электроустановок	290
10.7. Требования к персоналу, обслуживающему электроустановки.....	303
10.8. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон производственных помещений и наружных установок	306
10.9. Взрывозащищенное электрооборудование и принцип его подбора.	308
Контрольные вопросы	312
Глава 11. Безопасность эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под давлением.....	314
11.1. Общие положения	314
11.2. Требования безопасности при проектировании, эксплуатации	319
и установке стационарных сосудов, работающих под давлением.....	319
11.3. Безопасность эксплуатации баллонов с сжатыми, сжиженными.....	322
и растворенными газами.....	322
11.4. Цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов	327
11.5. Меры безопасности при эксплуатации газового хозяйства	329
Контрольные вопросы	331
Глава 12. Безопасность эксплуатации компрессоров, насосов,	
газгольдеров	332
12.1. Компрессоры.....	332
12.2. Насосы	338
12.3. Газгольдеры.....	343
Контрольные вопросы	348
Глава 13. Безопасность эксплуатации производственных трубопроводов ..	349
13.1. Общая характеристика трубопроводов, их прокладка и арматура	349

13.2. Тепловая изоляция, защита от коррозии и окраска трубопроводов ..	355
13.3. Ревизия (освидетельствование) трубопроводов.....	357
Контрольные вопросы	362
Глава 14. Безопасность эксплуатации производственного	
транспорта, грузоподъемных машин и механизмов	362
14.1. Общие сведения.....	362
14.2. Напольный колесный безрельсовый транспорт.....	364
14.3. Транспортные средства непрерывного действия.....	366
14.4. Грузоподъемные машины и механизмы	367
14.5. Погрузочно-разгрузочные работы.....	373
Контрольные вопросы	374
Глава 15. Безопасность труда при проведении работ	
с повышенной опасностью	376
15.1. Общие положения	376
15.2. Огневые работы.....	377
15.3. Работы на высоте.....	382
15.4. Работы в аппаратах, колодцах и других емкостных сооружениях	384
15.5. Газоопасные работы.....	386
15.6. Очистные работы.....	389
Контрольные вопросы	391
Глава 16. Требования безопасности при работе с ВДТ и ЭВМ	392
16.2. Требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ.....	394
16.3. Требования к организации рабочих мест.....	396
16.4. Организация режимов труда и отдыха при работе на ЭВМ	397
Контрольные вопросы	399
ОСНОВЫ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА	400
Глава 17. Физико-химические основы процесса горения	400
17.1. Общие сведения о горении и взрыве.....	400
17.2. Основные показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов	403
Контрольные вопросы	412
Глава 18. Основы профилактики взрывов и пожаров.....	413
18.1. Общие сведения.....	413
18.2. Пожаровзрывобезопасность технологии и оборудования	415
18.2.1. Активные способы защиты.....	415
18.2.2. Пассивные способы защиты	419
18.3. Огнестойкость строительных конструкций и зданий.....	424
18.4. Категорирование помещений, зданий, наружных установок.....	427
по взрывопожарной и пожарной опасности	427
18.5. Объемно-планировочные решения производственных зданий.....	430
18.6. Пожарная безопасность при хранении веществ и материалов.....	434
Контрольные вопросы	438
Глава 19. Средства тушения пожаров и пожарная сигнализация.....	439
19.1. Способы и средства тушения пожаров	439
19.2. Первичные средства тушения пожара.....	448

19.3. Автоматические стационарные системы пожаротушения.....	456
19.4. Противопожарное водоснабжение.....	
19.5. Паспорт пожарной безопасности промышленного предприятия.....	467
19.6. Пожарная связь и сигнализация на предприятии	469
19.7. Организация пожарной охраны предприятия	471
Контрольные вопросы	474
ЛИТЕРАТУРА.....	475