

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик

ОХРАНА ТРУДА

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений
по специальностям лесного профиля*

Минск 2010

УДК 331.45(075.8)
ББК 65.247я73
Г20

Рецензенты:
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности БГАТУ
Л. В. Мисун;
кафедра охраны труда БНТУ
(доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
А. М. Лазаренков)

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Гармаза, А. К.

Г20 Охрана труда: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальностям лесного профиля / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик. – Минск : БГТУ, 2010. – 366 с.
ISBN 978-985-434-996-1.

В учебном пособии рассмотрены правовые и организационные вопросы охраны труда, основы производственной санитарии и гигиены труда, техники безопасности и пожарной безопасности.

Предназначено для студентов лесного профиля высших учебных заведений при изучении вопросов дисциплины «Охрана труда».

**УДК 331.45(075.8)
ББК 65.247я73**

ISBN 978-985-434-996-1

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2010
© Гармаза А. К., Ермак И. Т.,
Ладик Б. Р., 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Высшие учебные заведения Республики Беларусь переходят к системе подготовки кадров по новым образовательным стандартам.

В связи с этим в республике разработаны новые типовые программы по охране труда. В них нашли свое отражение Закон «Об охране труда», Концепция государственного управления охраной труда, а также изменения нормативной правовой базы в области производственной санитарии и гигиены труда, безопасности производства и пожарной профилактики.

Учебное пособие подготовлено с учетом действующих законодательных, правовых и технических нормативных правовых актов по охране труда, данных практической деятельности предприятий лесной отрасли, а также разработок научных и проектных учреждений.

В учебном пособии рассмотрены правовые и организационные вопросы охраны труда, основы производственной санитарии и гигиены труда, техники безопасности и пожарной безопасности.

Некоторые вопросы безопасности жизнедеятельности изучаются студентами на младших курсах. Например, безопасность работы с ионизирующими излучениями и в условиях радиоактивного заражения местности рассматривается при изучении дисциплины «Защита населения и объектов от ЧС. Радиационная безопасность». Поэтому в данном учебном пособии ионизирующие излучения не рассматриваются.

В случае необходимости получения более полной информации по включенным в пособие вопросам, можно воспользоваться соответствующими ссылками на нормативные документы и другие источники в библиографическом списке.

Пособие является элементом учебно-методического комплекса по охране труда, в состав которого входят: лабораторный практикум [7]; учебно-методическое пособие по инженерным расчетам по обеспечению санитарно-гигиенических условий труда [8]; учебно-методическое пособие по инженерным расчетам по охране труда и технической безопасности [9] для проведения практических занятий по дисциплине.

Цель курса охраны труда – вооружить будущих специалистов как теоретическими, так и практическими знаниями, необходимыми для творческого решения вопросов, связанных с эксплуатацией и созданием новых технологий и техники, исключая производственный травматизм и профессиональную заболеваемость.

Задачи изучения дисциплины – дать будущему инженеру знания научных основ охраны труда, привить интерес к рационализации производства, творческому решению проблем улучшения условий и безопасности труда на объектах хозяйственной деятельности.

В результате изучения предмета студенты должны:

- *знать*: Концепцию государственного управления охраной труда в Республике Беларусь, основные законодательные и правовые нормативные технические документы по производственной санитарии и гигиене труда, технической и пожарной безопасности; организацию государственного надзора и контроля, а также общественного контроля за охраной труда; организацию работы по охране труда на предприятии; опасные и вредные производственные факторы, их нормирование; основные организационные санитарно-гигиенические и технические требования по созданию здоровых и безопасных условий труда на производстве, а также способы защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов; теоретические основы процессов горения и взрыва, а также пожароопасные показатели веществ и материалов; основные методы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности производственных процессов, оборудования, производственных зданий и сооружений; современные средства, методы и оборудование для пожаротушения; организацию пожарной охраны предприятия;

- *уметь*: организовывать работу по охране труда и осуществлять контроль за ее соблюдением на участке, в цехе, на предприятии; владеть безопасными приемами и методами работы и обучать им работающих; пользоваться средствами коллективной и индивидуальной защиты от воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также средствами пожаротушения; пользоваться приборами для измерения параметров опасных и вредных производственных факторов, применять на практике нормативные документы по охране труда; расследовать несчастные случаи на производстве, проводить анализ травматизма и разрабатывать мероприятия по его устранению или снижению; владеть методами обеспечения пожарной безопасности на предприятии и пользоваться средствами пожаротушения.

Учебное пособие является коллективным трудом. Введение, первый и четвертый разделы написаны А. К. Гармазой, второй раздел – И. Т. Ермаком, третий раздел – Б. Р. Ладиком.

Пособие предназначено для студентов лесного профиля, но может быть полезно и студентам, обучающимся по другим специальностям.

ВВЕДЕНИЕ

Предприятия лесной отрасли являются производствами, где на рабочих местах имеются опасные и вредные производственные факторы, которые создают неблагоприятные условия труда и способствуют развитию профессиональных заболеваний, повышению травматизма, а также увеличению общей заболеваемости работающих.

Охрана труда изучает условия возникновения и причины производственного травматизма и заболеваемости, аварий и пожаров на производстве, разрабатывает мероприятия по их предупреждению и созданию здоровых и безопасных условий труда.

Улучшение условий труда является предметом постоянного внимания государственных органов и профсоюзов. 23 июня 2008 г. был принят Закон Республики Беларусь № 356-З «Об охране труда», который направлен на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией Республики Беларусь права граждан на здоровые и безопасные условия труда.

Решение задачи безопасности труда в значительной степени зависит от подготовленности инженерных кадров по вопросам охраны труда. Студентам необходимо овладеть научными основами безопасности и гигиены труда, навыками решения задач по улучшению условий труда и совершенствованию системы управления охраной труда на предприятии.

В мире ежегодно получают травмы и заболевают в связи с неблагоприятными условиями труда более 160 млн. человек, из них свыше миллиона погибает на производстве. По экспертным оценкам, потери общества от одного несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом оцениваются суммой, приблизительно равной 75 тыс. дол. США.

В нашей республике около 30% от общей численности работающих вынуждены трудиться в неблагоприятных условиях, в том числе на лесозаготовительных предприятиях – 47%. Ежегодно в связи с нарушением требований безопасности труда травмируется более 5 тыс. работников. Из них около 200 человек погибают, а свыше 800 получают тяжелые травмы.

О том, что лесосечные работы относятся к наиболее травмоопасным, свидетельствует суровая статистика производственного травматизма с тяжелыми последствиями. По статистике Международной организации труда, работа лесозаготовителей входит в число наиболее

травмоопасных. В среднем в мире на каждый миллион кубометров заготовленной древесины приходится одна потерянная человеческая жизнь. У нас в республике ежегодно по всем видам рубок заготавливается более 14 миллионов кубометров древесины, и показатель смертельных случаев ниже среднего мирового, однако уровень травматизма в отрасли достаточно высокий.

По данным головной организации по охране труда в лесном хозяйстве УП «Белгипролес», наиболее опасными видами работ являются лесосечные (57% из всех смертельных случаев), а наиболее опасными профессиями – лесники, лесорубы, вальщики (соответственно 24%, 13% и 12% из всех смертельных случаев). Если посмотреть статистику по травматизму предприятий Министерства лесного хозяйства и концерна «Беллесбумпром», то мы видим, что ежегодно погибает около 10 человек и свыше 30 человек получают тяжелые травмы.

Основными причинами несчастных случаев являются: невыполнение должностными лицами, руководителями работ своих обязанностей по охране труда; нарушение потерпевшими инструкций по охране труда; эксплуатация технически неисправного, не соответствующего стандартам безопасности производственного оборудования; допуск рабочих, принятых на работы с повышенной опасностью, к самостоятельной работе без проведения стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда; необеспечение работников средствами индивидуальной защиты или их неприменение; отсутствие или неисправность средств коллективной защиты; отсутствие или несоответствие инструкций по охране труда предъявляемым требованиям; отсутствие необходимых знаний по вопросам охраны у руководителей структурных подразделений; непроведение обязательных медицинских осмотров работников и др.

Во многих случаях виновниками травматизма являются сами работники, что объясняется недостаточным уровнем их подготовки в области охраны труда.

1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

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

Конституцией Республики Беларусь (ст. 2) провозглашено, что «человек, его права, свободы и гарантии их реализации являются высшей ценностью и целью общества и государства», а в ст. 221 Трудового кодекса Республики Беларусь и ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» определено, что *охрана труда* – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Таким образом, основным принципом государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам трудовой деятельности, установление ответственности нанимателей за безопасность труда, совершенствование правовых отношений и механизмов в этой сфере.

Принципиально важное значение для совершенствования организации охраны труда имеет ратификация 3 мая 1999 г. Республикой Беларусь Конвенции 155 Международной организации труда «О безопасности и гигиене труда в производственной среде». Основной целью ратификации Конвенции является признание необходимости разработки на государственном уровне, с учетом международного опыта, национальной политики в области охраны труда и создание необходимых правовых и организационных механизмов ее реализации как на национальном уровне, так и на уровне предприятий, организаций.

В соответствии с положениями Конвенции разработка и реализация государственной политики предполагает принятие на национальном уровне государственной системы управления охраной труда на современном этапе.

Важным этапом в совершенствовании государственного управления охраной труда стало принятие Президентом Республики Беларусь Директивы от 11 марта 2004 г. № 1 «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины». В соответствии с Директивой

внесены изменения и дополнения в нормативные правовые акты по вопросам заключения и расторжения контрактов.

Показатели состояния трудовой и исполнительской дисциплины, безопасности труда определены в качестве важнейших критериев оценки работы руководителей всех уровней. Директива способствует повышению ответственности субъектов государственного управления, нанимателей, профсоюзов и работников за соблюдение требований охраны труда.

Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь с участием других заинтересованных органов разработана Концепция государственного управления охраной труда в Республике Беларусь, которая одобрена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 августа 2005 г. № 904.

Концепция определяет, что целью государственного управления охраной труда является создание условий, обеспечивающих сохранение жизни и здоровья граждан в процессе трудовой деятельности.

Основными принципами государственной политики в области охраны труда являются:

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

Основные направления государственной политики в области охраны труда:

- 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 работников по отраслям и сферам деятельности;

- экономическое стимулирование создания безопасных условий труда, разработки и внедрения безопасных техники и технологий, производства средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- упорядочение предоставления компенсаций по условиям труда;
- организация научно-исследовательских работ по вопросам безопасности и гигиены труда;
- обучение и повышение квалификации работников по вопросам охраны труда, подготовка специалистов по охране труда;
- повышение ответственности работников 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.

Государственное управление охраной труда реализуется на республиканском, отраслевом, региональном уровнях.

На республиканском уровне государственное управление охраной труда осуществляет правительство Республики Беларусь непосредственно или уполномоченные им министерства, другие республиканские органы государственного управления, объединения (учреждения), подчиненные правительству Республики Беларусь, которым законодательством предоставлено право осуществлять соответствующие функции нормативного правового регулирования, специальные разрешительные, надзорные и контрольные полномочия в области охраны труда и связанных с ней отношений.

На отраслевом уровне государственное управление охраной труда осуществляют министерства, другие республиканские органы государственного управления, объединения (учреждения), подчиненные правительству Республики Беларусь, имеющие отраслевую направленность и подведомственные организации.

На региональном уровне государственное управление охраной труда осуществляют местные исполнительные и распорядительные органы.

1.2. Основные термины и определения по охране труда

Термины и определения основных понятий в области безопасности труда, обязательные для применения во всех видах нормативных документов, научной и справочной литературе устанавливает ГОСТ 12.0.002–2003 системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

Охрана труда – система обеспечения безопасности здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая нормативные, правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Полностью безопасных и безвредных условий работы не существует. Поэтому задача охраны труда сводится к тому, чтобы путем осуществления разноплановых мероприятий свести к минимуму воздействие на человека опасных и вредных производственных факторов, характерных для рабочих мест, максимально уменьшить вероятность несчастных случаев и профессиональных заболеваний работающих, обеспечить комфортные условия труда, способствующие высокой производительности.

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

Примерами опасных факторов могут служить открытые токоведущие части оборудования, движущиеся и вращающиеся узлы и детали машин и механизмов, расплавленный металл и нагретые части оборудования и инструмента, емкости со сжатыми или вредными веществами и т. д.

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.

Примерами вредных факторов являются вредные примеси в воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, тепловое (инфракрасное) излучение, вибрации, шум, ультра- и инфразвук, ионизирующие и лазерные излучения, электромагнитные поля, недостаточное освещение, повышенные напряженность и тяжесть труда.

В зависимости от количественной характеристики (уровня, концентрации и др.) и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным. Например, высокая кон-

центрация токсичных веществ в воздухе рабочей зоны или высокая температура окружающей среды могут вызвать резкое ухудшение здоровья за очень короткий период воздействия. Поэтому между опасными и вредными факторами иногда нельзя провести четкой границы. При одних условиях фактор может действовать как вредный, а при других – как опасный.

Предельно допустимое значение вредного производственного фактора – такое значение, воздействие которого при ежедневной регламентируемой продолжительности в течение всего трудового стажа не приводит к травме, снижению работоспособности и заболеванию как в период трудовой деятельности, так и к заболеванию после окончания трудовой деятельности, а также не оказывает неблагоприятного влияния на здоровье потомства.

Вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (ГОСТ 12.1.007–76).

Все вредные вещества являются опасными и вредными производственными факторами. По своему физическому состоянию это могут быть газы, пыли, пары, дымы, туманы, жидкие, твердые, сыпучие тела. Многие вещества в смеси с воздухом образуют аэрозоли.

Аэрозоли с частицами, образующимися в результате измельчения твердых тел (минералы, почва, песок и т. п.), называют **пылями**, осевшие пыли – **аэрогелями**. Аэрозоли с твердыми частицами, образовавшимися при объемной конденсации перенасыщенных паров, горении и других химических реакциях, называют **дымами**, аэрозоли с жидкими частицами – **туманами** (водные, масляные и др.).

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (ГОСТ 12.1.005–88).

Опасные условия – это состояние производственной среды, не соответствующее установленным нормам. Оно выражается в наличии

на рабочем месте тех или иных опасных и вредных производственных факторов и является следствием многих причин.

Опасные действия – это неправильные, непрофессиональные действия работника, являющиеся следствием необученности, неумения, нежелания, неспособности, а в отдельных случаях невозможности работающим правильно оценивать производственную обстановку и выполнять все требования норм и правил охраны труда.

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работающего в процессе трудовой деятельности.

Рабочее место – зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию.

Постоянное рабочее место – место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 ч непрерывно).

Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона (ГОСТ 12.1.005–88).

Непостоянное рабочее место – место, на котором работающий находится меньшую часть (менее 50% или менее 2 ч непрерывно) своего рабочего времени (ГОСТ 12.1.005–88).

Средства индивидуальной и коллективной защиты – технические средства, предназначенные для предотвращения или уменьшения воздействия на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения и при работе в неблагоприятных температурных условиях.

К коллективным средствам защиты относятся, например, системы вентиляции, отопления и освещения производственных помещений, различные кожухи, ограждающие доступ работающих к подвижным деталям машин, токоведущим частям, нагретым поверхностям оборудования и другим опасным зонам; молниеотводы, заземление и зануление электроустановок, звукоизолирующие и звукопоглощающие облицовки, системы дистанционного управления, герметизирующие кабины, различные сигнализаторы и др.

К средствам индивидуальной защиты относятся респираторы, противогазы, спецодежда, спецобувь, защитные очки, предохранительные щитки, диэлектрические перчатки, защитные шлемы и другие

средства, предназначенные для индивидуального пользования. Их применяют для защиты как от опасных, так и от вредных производственных факторов.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

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

Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, а также обеспечивается защита людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов (СТБ 11.0.02–95).

1.3. Классификация опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» подразделяются по природе действия на следующие группы: *физические; химические; биологические; психофизиологические.*

Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на:

- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрывающиеся горные породы;

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

- повышенный уровень шума на рабочем месте;

- повышенный уровень вибрации;

- повышенный уровень инфразвуковых колебаний;

- повышенный уровень ультразвука;

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

- повышенная или пониженная влажность воздуха;

- повышенная или пониженная подвижность воздуха;

- повышенная или пониженная 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;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная напряженность магнитного поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- пониженная контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенная пульсация светового потока;
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);
- невесомость.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- *по характеру воздействия на организм человека* на: токсические; раздражающие; сенсibiliзирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию;
- *по пути проникновения в организм человека* через: органы дыхания; желудочно-кишечный тракт; кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

- *патогенные микроорганизмы* (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности;
- *макроорганизмы* (растения и животные).

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на:

- *физические перегрузки*, которые подразделяются на статические и динамические;
- *нервно-психические перегрузки* – умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может одновременно относиться к различным группам.

В организациях, осуществляющих виды деятельности, связанные с лесозаготовкой, деревообработкой и лесохозяйственными работами, возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхности заготовок, инструмента и оборудования;
- повышенная загазованность и (или) запыленность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации на рабочем месте;
- повышенная или пониженная температура, повышенная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (при обрезке крон деревьев);
- химические вещества, проникающие в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки (при работе с пестицидами, минеральными удобрениями);
- падающие и перемещаемые сучья, деревья, хлысты, сортименты;
- биологические (при укусах насекомых и животных);
- физические перегрузки при выполнении работ стоя или перемещении тяжестей вручную.

1.4. Основные законодательные и нормативные правовые акты Республики Беларусь по охране труда

1.4.1. Основные законодательные акты по охране труда. В систему законодательных актов, регулирующих вопросы охраны труда, входят: Конституция Республики Беларусь, Трудовой кодекс Республики

Беларусь, Законы Республики Беларусь «Об охране труда», «О техническом нормировании и стандартизации», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Об основах государственного социального страхования», «О пенсионном обеспечении», «О нормативных правовых актах Республики Беларусь», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «О здравоохранении», «О радиационной безопасности населения», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О пожарной безопасности» и др.

Конституция Республики Беларусь является правовой основой организации работ по охране труда. В ст. 41 и 45 гарантируются права граждан на здоровье и безопасные условия труда, охрану их здоровья.

Трудовой кодекс Республики Беларусь (ТК) определяет и регулирует правоотношения в сферах труда и охраны труда. Наряду с правами работника на здоровье и безопасные условия труда (ст. 11) предусмотрен механизм реализации этого права через обязанность нанимателя обеспечивать такие условия труда (ст. 54, 55, 89, 224, 226, 228–231).

Впервые ст. 227 законодательно регламентирована деятельность службы охраны труда. Для организации работы и осуществления контроля по охране труда наниматели вводят должность специалиста по охране труда или создают службу охраны труда из числа лиц, имеющих необходимую подготовку.

Закон Республики Беларусь «Об охране труда» направлен на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией Республики Беларусь права граждан на здоровые и безопасные условия труда.

Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» регулирует отношения, возникающие при разработке, утверждении и применении технических требований к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или к оказанию услуг, определяет правовые и организационные основы технического нормирования и стандартизации и направлен на обеспечение единой государственной политики в этой области.

Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение

готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

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

Закон Республики Беларусь «О нормативных правовых актах Республики Беларусь» определяет понятие и виды нормативных правовых актов Республики Беларусь, устанавливает общий порядок их подготовки, оформления, принятия (издания), опубликования, действия, толкования и систематизации.

Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» направлен на предупреждение воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье населения и регламентирует действия по обеспечению санитарно-эпидемического благополучия, устанавливает государственный санитарный надзор за соблюдением санитарных норм и гигиенических нормативов.

Закон Республики Беларусь «О здравоохранении» направлен на обеспечение правовых, организационных, экономических и социальных основ государственного регулирования в области здравоохранения в целях сохранения, укрепления и восстановления здоровья населения.

Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» определяет основы правового регулирования в области обеспечения радиационной безопасности населения, направлен на создание условий, обеспечивающих охрану жизни и здоровья людей от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» регулирует отношения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, являющиеся в современных условиях важнейшей частью обеспечения безопасности.

Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности» устанавливает государственный надзор за обеспечением пожарной безопасности министерствами, комитетами, концернами, предприятиями, учреждениями, организациями, а также принципы деятельности пожарной службы.

Закон Республики Беларусь «О сертификации продукции, работ и услуг» направлен на обеспечение безопасности продукции для жизни, здоровья и имущества населения, а также охраны окружающей среды, определяет национальную систему сертификации.

Помимо законов деятельность по охране труда регулируется директивными документами. Это декреты, указания и распоряжения Президента страны, постановления Правительства Республики Беларусь.

Декрет Президента Республики Беларусь № 18 от 30 июля 2003 г. «Об обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» направлен на усиление социальной защиты граждан, потерпевших в результате травматизма на производстве и профессиональных заболеваний. Он регулирует вопросы возмещения причиненного работающим вреда, стимулирует меры по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10 февраля 2003 г. № 150 направлено на реализацию государственной политики в области охраны труда и совершенствование организации работы по подготовке и принятию нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда. Утвержден перечень видов нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, и республиканских органов государственного управления, принимающих их.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 августа 2005 г. № 905 «О Республиканской целевой программе по улучшению условий и охраны труда на 2006–2010 годы» направлено на улучшение условий и охраны труда, снижение уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в организациях республики.

1.4.2. Технические нормативные правовые акты по охране труда. Основные требования производственной санитарии и гигиены труда, техники безопасности, пожарной безопасности регламентируются:

1. *Межгосударственными и государственными техническими нормативными правовыми актами (ТНПА).* К ним относятся: межгосударственные стандарты (МГОСТ, МЭК, ИСО); государственные стандарты системы стандартов безопасности труда (ГОСТ ССБТ); технические кодексы установившейся практики (ТКП); государственные стандарты Беларуси (СТБ); санитарные правила и нормы (СанПиН); строительные нормы и правила (СНиП); строительные нормы Беларуси (СНБ); нормы радиационной безопасности (НРБ); нормы пожарной безопасности (НПБ); правила пожарной безопасности (ППБ).

2. *Межотраслевыми ТНПА:* межотраслевые правила по охране труда (ПОТ М); гигиенические нормативы (ГН); межотраслевые типовые

инструкции по охране труда (ТИОТ М); правила технической безопасности (ПТБ); правила устройства (ПУ); правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ); инструкции по безопасности (ИБ); руководящие документы (РД); республиканские допустимые уровни (РДУ) и др.

3. *Отраслевыми ТНПА*: отраслевые правила по охране труда (ПОТ О); отраслевые типовые инструкции по охране труда (ТИОТ О); руководящие документы (РД) и др.

4. *Локальными ТНПА*: стандарты предприятия (СТП); соглашения по охране труда; технологические инструкции; правила техники безопасности и производственной санитарии; инструкции по охране труда по профессиям и видам работ и др.

Межгосударственные, государственные и межотраслевые ТНПА обязательны для исполнения всеми субъектами хозяйственной деятельности и организациями независимо от форм собственности и ведомственного подчинения.

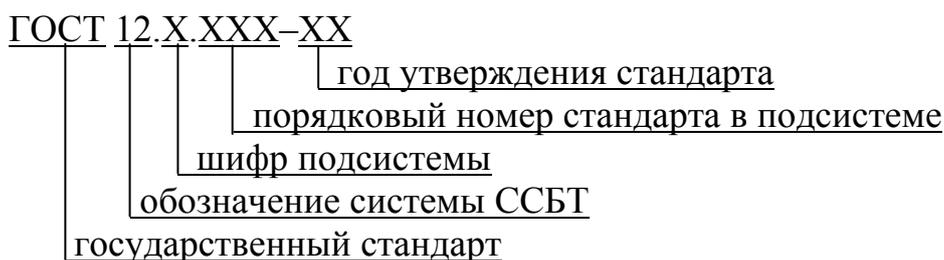
Отраслевые ТНПА распространяются только на отдельную отрасль производства в масштабах всей страны.

Локальные ТНПА разрабатываются для конкретных предприятий и организаций и действуют только на них.

С целью создания единого комплекса взаимоувязанной нормативно-технической документации по обеспечению безопасности труда была разработана система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Согласно ГОСТ 12.0.001–82 «Система стандартов безопасности труда. Основные положения» **ССБТ** – комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Системе был присвоен индекс – ГОСТ и шифр – 12.

Структура обозначения государственных стандартов ССБТ:



Система включает в себя следующие подсистемы:

0 – организационно-методические стандарты, которые устанавливают организационно-методические основы стандартизации в области безопасности труда; требования (правила) к организации работ, направленных на обеспечение безопасности труда (обучение работающих

безопасности труда, аттестация персонала, методы оценки состояния безопасности труда и др.);

1 – стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов, которые устанавливают 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 производственных факторов;

2 – стандарты требований безопасности к производственному оборудованию, которые устанавливают общие требования безопасности к производственному оборудованию, требования безопасности к отдельным группам (видам) производственного оборудования, методы контроля выполнения требований безопасности;

3 – стандарты требований безопасности к производственным процессам, которые устанавливают общие требования безопасности к производственным процессам; требования безопасности к отдельным группам (видам) технологических процессов; методы контроля выполнения требований безопасности;

4 – стандарты требований к средствам защиты работающих, которые устанавливают требования к отдельным классам, видам и типам средств защиты, методы контроля и оценки средств защиты, классификацию средств защиты.

В настоящее время в республике применяется более 600 ГОСТ ССБТ. Примеры обозначения:

- ГОСТ 12.0.002–2003 ССБТ «Термины и определения»;
- ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.026.0–93 ССБТ «Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции»;
- ГОСТ 12.3.015–78 ССБТ «Работы лесозаготовительные. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.4.002–97 ССБТ «Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний».

Согласно 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. В настоящее время в Республике Беларусь создается собственная система стандартов безопасности труда и пожарной безопасности.

1.5. Требования к разработке инструкций по охране труда

В соответствии со ст. 232 Трудового кодекса работники обязаны соблюдать требования по охране труда, устанавливающие правила выполнения работ и поведения в производственных условиях.

Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 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).

Работодатели, не наделенные правом принятия локальных нормативных правовых актов, руководствуются соответствующими типовыми инструкциями по охране труда.

Отраслевые типовые инструкции по охране труда разрабатывают и принимают в пределах своей компетенции республиканские органы государственного управления, осуществляющие регулирование и управление в соответствующих отраслях (сферах деятельности), по согласованию с Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь.

Межотраслевые типовые инструкции по охране труда утверждает самостоятельно или совместно с республиканскими органами государственного управления Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь.

Инструкции по охране труда разрабатываются на основе нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, требования которых должны соблюдаться в организации, а также требований по охране труда, изложенных в технологической документации, технической документации на оборудование, эксплуатируемое в организации, с учетом специфики деятельности организации, конкретных условий производства работ, оказания услуг.

При отсутствии в нормативных правовых актах, в том числе технических нормативных правовых актах, требований по охране труда для профессий или отдельных видов работ (услуг) работодатели разрабатывают и включают в инструкции по охране труда требования по охране труда, обеспечивающие сохранение жизни, здоровья и работоспособности работающих в процессе трудовой деятельности.

В инструкции по охране труда включаются только те требования, которые относятся к охране труда и выполняются самими работающими. Положения инструкций по охране труда не должны противоречить нормативным правовым актам, техническим нормативным правовым актам, содержащим требования по охране труда.

Требования инструкций по охране труда являются обязательными для работающих, их невыполнение рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Инструкции по охране труда разрабатываются в соответствии с перечнем, который составляется службой охраны труда с участием руководителей структурных подразделений, служб, главных специалистов организации (главного механика, главного технолога, главного энергетика и других), службы организации труда и заработной платы, отдела кадров.

Инструкции по охране труда разрабатываются руководителями структурных подразделений организации (цехов, участков, отделов, лабораторий, кафедр и других) с участием профсоюзов.

Требования инструкции по охране труда излагаются в соответствии с последовательностью технологического процесса и с учетом условий, в которых выполняется данная работа.

Инструкция по охране труда 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 инструкцию по охране труда с учетом специфики профессии, вида работ (услуг) могут включаться другие главы.

В главе «*Общие требования по охране труда*» отражаются: требования по охране труда по допуску работающих к работе по соответствующей профессии или виду работ (услуг) с учетом возраста, пола, состояния здоровья, наличия необходимой квалификации, прохождения обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда и тому подобного; обязанности работающих соблюдать требования по охране труда, а также правила поведения на территории организации, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях, использовать и правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты, немедленно сообщать руководителю работ о любой ситуации, угрожающей жизни или здоровью работающих и окружающих, несчастном случае, произошедшем на производстве, ухудшении состояния своего здоровья, оказывать содействие по принятию мер для оказания необходимой помощи потерпевшим и доставки их в организацию здравоохранения; недопустимость нахождения работающих в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном употреблением наркотических

средств, психотропных или токсичных веществ, а также распития спиртных напитков, употребления наркотических средств, психотропных или токсических веществ на рабочем месте или в рабочее время, курения в неустановленных местах; перечень опасных и (или) вредных производственных факторов, которые могут воздействовать на работающих в процессе труда; перечень средств индивидуальной защиты, выдаваемых в соответствии с установленными нормами, с указанием маркировки по защитным свойствам; требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности; порядок уведомления работодателя об обнаруженных неисправностях оборудования, приспособлений, инструмента, нарушениях технологического процесса; требования о необходимости уметь оказывать первую помощь потерпевшим при несчастных случаях на производстве; требования по личной гигиене, которые должен знать и соблюдать работающий при выполнении работы, оказании услуг; ответственность работающего за нарушение требований инструкции по охране труда.

В главе *«Требования по охране труда перед началом работы»* отражается порядок: проверки годности к эксплуатации и применения средств индивидуальной защиты; подготовки рабочего места, проверки комплектности и исправности оборудования, приспособлений и инструмента, эффективности работы вентиляционных систем, местного освещения, средств коллективной защиты (защитного заземления (зануления) электрооборудования, устройств оградительных, предохранительных, тормозных, автоматического контроля, сигнализации и других); проверки состояния исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, комплектующих изделий; приемки рабочего места при сменной работе.

В главе *«Требования по охране труда при выполнении работы»* отражаются: способы и приемы безопасного выполнения работ (оказания услуг), использования технологического оборудования, приспособлений и инструмента; требования безопасного обращения с исходными материалами (сырье, заготовки, полуфабрикаты); способы и приемы безопасной эксплуатации транспортных средств, тары и грузоподъемных механизмов; указания по безопасному содержанию рабочего места; основные виды отклонений от нормального технологического режима и методы их устранения; действия, направленные на предотвращение условий возникновения взрывов, пожаров и других аварийных ситуаций; требования по применению работающими средств индивидуальной защиты, соответствующих характеру выполняемой работы и обеспечивающих безопасные условия труда.

В главе «*Требования по охране труда по окончании работы*» отражаются: порядок безопасного отключения (остановки), разборки, очистки и смазки оборудования, приспособлений, машин, механизмов и аппаратуры; порядок уборки рабочего места; порядок сдачи рабочего места, а при непрерывном процессе – порядок передачи их по смене; требования по соблюдению мер личной гигиены; порядок извещения руководителя работ о недостатках, влияющих на безопасность труда, выявленных во время работы.

В главе «*Требования по охране труда в аварийных ситуациях*» отражаются: возможные (основные) аварийные ситуации, которые могут привести к аварии или несчастному случаю, а также причины, их вызывающие; действия работающих при возникновении аварийных ситуаций; действия по оказанию первой помощи потерпевшим при аварии, в результате травмирования, отравления или внезапного заболевания; порядок сообщения об аварии и несчастном случае на производстве.

Проект инструкции по охране труда подписывается руководителем структурного подразделения (разработчика) и представляется на согласование: службе охраны труда; другим заинтересованным структурным подразделениям и должностным лицам организации; профсоюзу.

Утверждение инструкции по охране труда осуществляется руководителем организации или его заместителем, в должностные обязанности которого входят вопросы организации охраны труда, либо приказом организации.

Инструкции по охране труда подвергаются периодической проверке с целью определения их соответствия действующим требованиям по охране труда и решения вопроса о необходимости их пересмотра.

Проверка инструкций по охране труда проводится не реже одного раза в пять лет, а инструкций по охране труда для профессий и работ с повышенной опасностью – не реже одного раза в три года.

Если в течение указанных сроков условия труда на рабочих местах и требования нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, использованных при составлении инструкции, не изменились, то приказом по организации действие инструкции по охране труда продлевается на следующий срок.

До истечения сроков, указанных выше, *инструкции по охране труда пересматриваются* в случаях:

- введения новых или внесения изменений и дополнений в нормативные правовые акты, технические нормативные правовые акты, содержащие требования по охране труда;

- внедрения новой техники и технологий;
- применения новых видов оборудования, материалов, аппаратуры и инструмента, изменения технологического процесса или условий работы. В данном случае пересмотр инструкции по охране труда производится до введения указанных изменений;

- возникновения аварийной ситуации, несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, вызвавших необходимость внесения изменения в инструкцию по охране труда.

Утвержденные инструкции по охране труда регистрируются службой охраны труда в журнале регистрации инструкций по охране труда.

Инструкции по охране труда выдаются структурным подразделениям и соответствующим должностным лицам организации с регистрацией в журнале учета выдачи инструкций по охране труда.

Инструкции по охране труда хранятся в месте, определяемом руководителем структурного подразделения с учетом обеспечения доступности и удобства пользования ими работающими, либо вывешиваются на рабочих местах и участках. В случаях, когда доступ работающих к инструкциям по охране труда затруднен (выполнение работ (услуг) вне территории организации и других подобных случаях), инструкции выдаются работающим под роспись в журнале учета выдачи инструкций по охране труда.

1.6. Право и гарантии права работающих на охрану труда

Конституцией Республики Беларусь гражданам гарантируется право на здоровье и безопасные условия труда (ст. 41), охрану их здоровья путем совершенствования охраны труда (ст. 45).

Ст. 222 ТК и ст. 9 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» эти права конкретизированы. Предусмотрено, что *работающие имеют 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 нанимателя 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 непредоставлении ему средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда. Типовой Перечень средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда, утвержден постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 19 апреля 2000 г. № 65.

Ст. 223 ТК и ст. 12 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» установлены *гарантии права работающих на охрану труда*. Предусмотрено, что для реализации права работающих на охрану труда государство осуществляет государственное управление охраной труда, государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда и устанавливает ответственность за нарушение законодательства об охране труда.

При отказе работающего от выполнения порученной работы в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих; непредоставления необходимых средств индивидуальной защиты, непосредственно обеспечивающих безопасность труда; приостановления и запрещения проведения работ специально уполномоченными государственными органами надзора и контроля работающему 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 работающего новой профессии (специальности) с сохранением ему на период переподготовки среднего заработка.

В случае ухудшения состояния здоровья работающего, обусловленного условиями труда, утраты профессиональной трудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием работодатель обязан предоставить работающему с его согласия работу в соответствии с медицинским заключением или обеспечить за счет средств, предусмотренных

на осуществление обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, обучение работающего новой профессии (специальности) с сохранением ему на период переподготовки среднего заработка, а при необходимости – его реабилитацию.

1.7. Обязанности работающих по охране труда

Наряду с правами работающих на охрану труда, ст. 232 ТК и ст. 15 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» предусмотрены и обязанности работающих по охране труда.

Работающий обязан:

- соблюдать требования по охране труда, а также правила поведения на территории организации, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях;
- выполнять нормы и обязательства по охране труда, предусмотренные коллективным договором, соглашением, трудовым договором, должностными обязанностями и правилами внутреннего трудового распорядка;
- правильно использовать предоставленные ему средства индивидуальной защиты, а в случае их отсутствия незамедлительно уведомлять об этом непосредственного руководителя;
- проходить в установленном порядке предварительные, периодические и внеочередные (при ухудшении состояния здоровья) медицинские осмотры, подготовку (обучение), переподготовку, стажировку, инструктаж, повышение квалификации и проверку знаний по вопросам охраны труда;
- оказывать содействие и сотрудничать с работодателем в деле обеспечения здоровых и безопасных условий труда, немедленно извещать своего непосредственного руководителя или иное должностное лицо нанимателя о неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, транспортных средств, средств защиты, об ухудшении состояния своего здоровья;
- немедленно сообщать работодателю о любой ситуации, угрожающей жизни или здоровью работающих и окружающих, несчастном случае, произошедшем на производстве, оказывать содействие работодателю в принятии мер по оказанию необходимой помощи пострадавшим и доставке их в организацию здравоохранения;
- исполнять иные обязанности, предусмотренные законодательством об охране труда.

1.8. Обязанности работодателя по обеспечению охраны труда

Согласно ст. 226 ТК и ст. 13 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» работодатель обязан обеспечивать охрану труда работающих, в том числе:

- безопасность при эксплуатации территории, производственных зданий (помещений), сооружений, оборудования, технологических процессов, применяемых в производстве материалов и химических веществ, а также эффективную эксплуатацию средств индивидуальной и коллективной защиты. Если территория, производственное здание (помещение), сооружение или оборудование используются несколькими работодателями, обязанности по обеспечению требований по охране труда выполняются ими совместно на основании письменного соглашения между ними;
- условия труда на каждом рабочем месте, соответствующие требованиям по охране труда;
- организацию в соответствии с установленными нормами санитарно-бытового обеспечения, медицинского и лечебно-профилактического обслуживания работающих;
- режим труда и отдыха работающих, 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 соблюдением нормативных правовых актов по охране труда;
- постоянный контроль за уровнями опасных и вредных производственных факторов;
- разрабатывать и внедрять процедуры, обеспечивающие идентификацию опасностей, оценку профессиональных рисков, подготовку и реализацию мероприятий по снижению профессиональных рисков, анализ их эффективности;
- принимать меры по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работающих при возникновении таких ситуаций, оказанию потерпевшим при несчастных случаях на производстве необходимой помощи, их доставке в организацию здравоохранения;
- принимать локальные нормативные правовые акты, содержащие требования по охране труда;

- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда;
- подготовку (обучение), переподготовку, стажировку, инструктаж, повышение квалификации и проверку знаний работающих по вопросам охраны труда в порядке, установленном Правительством Республики Беларусь или уполномоченным им органом;
- проведение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических в течение трудовой деятельности медицинских осмотров работающих, а также внеочередных медицинских осмотров работающих при ухудшении состояния их здоровья;
- информирование работающих о состоянии условий 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 порядке, установленном законодательством;
- пропаганду и внедрение передового опыта безопасных методов и приемов труда и сотрудничество с работающими, их полномочными представителями в сфере охраны труда;
- выделение в необходимых объемах финансовых средств, оборудования и материалов для осуществления предусмотренных коллективными договорами, соглашениями, планами мероприятий по охране труда, профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, улучшению условий труда, санитарно-бытового обеспечения, медицинского и лечебно-профилактического обслуживания работающих;
- беспрепятственный допуск представителей соответствующих органов, имеющих на то право, к проведению проверки, предоставление сведений по охране труда по вопросам их компетенции;
- назначение должностных лиц, ответственных за организацию охраны труда.

1.9. Система управления охраной труда на предприятии

1.9.1. Основные функции и задачи системы управления охраной труда на предприятии. Управление охраной труда является составной частью общей системы управления предприятием. Оно

направлено на улучшение сложившихся условий труда, повышение их безопасности.

Система управления охраной труда на предприятии (СУОТ) – это целевая подсистема в системе управления предприятием любой отрасли промышленности.

Основные функции системы: организация и координация работ по охране труда; планирование работ по охране труда; контроль состояния охраны труда и функционирования СУОТ; учет, анализ и оценка показателей состояния охраны труда; стимулирование за работу по охране труда.

Основные задачи системы: обучение работающих безопасности труда и пропаганда охраны труда; обеспечение безопасности производственного оборудования, процессов, зданий и сооружений; нормализация санитарно-гигиенических условий труда; обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты; обеспечение оптимальных режимов труда и отдыха работающих; санитарно-бытовое обслуживание работающих; организация лечебно-профилактического обслуживания работающих; профессиональный отбор работающих по специальностям.

Объектом управления охраной труда является деятельность структурных подразделений, служб и отдельных работников по созданию, улучшению и поддержанию здоровых и безопасных условий труда на рабочих местах и на предприятии в целом, а также по обеспечению надлежащего выполнения работниками обязанностей по охране труда.

Нормативно-правовой основой СУОТ являются законодательные и другие нормативные правовые акты, межотраслевые и отраслевые технические нормативные правовые акты и другие документы по охране труда.

Органами управления охраной труда являются: на предприятии – его руководитель или уполномоченный собственником орган управления; в структурных подразделениях и службах – их руководители.

Управление охраной труда осуществляется путем регулирования деятельности, от которой зависит безопасность труда. Оно заключается в подготовке, принятии и реализации решений по осуществлению мероприятий, обеспечивающих решение конкретных задач охраны труда.

В республике введен в действие стандарт по системе управления охраной труда СТБ 18001–2009 «Системы управления охраной труда. Требования». Внедрение этого стандарта на предприятиях позволит оценивать риски каждого работника и управлять ими, что позволит повысить эффективность работы предприятия по охране труда.

Непосредственное управление охраной труда осуществляет главный инженер предприятия. Проведение организационной и методологической работы по вопросам охраны труда, подготовку управленческих решений и контроль за их реализацией осуществляет служба охраны труда.

1.9.2. Отдел охраны труда на предприятии. Для организации работы и осуществления контроля по охране труда работодатели создают службу охраны труда.

Служба охраны труда на предприятии может быть представлена структурным подразделением (управление, отдел, бюро) или специально выделенным работником (инженер по охране труда). На небольших предприятиях эти функции могут быть возложены на других работников (наряду с выполнением других служебных обязанностей).

Служба охраны труда является самостоятельным структурным подразделением, непосредственно подчиненным руководителю предприятия или его заместителю и приравнивается к основным производственно-техническим службам предприятия.

Основными задачами службы являются:

- *организация работы по охране труда*, в том числе: координация деятельности подразделений по обеспечению здоровых и безопасных условий труда; совершенствование системы управления охраной труда; внедрение передового опыта и научных разработок по безопасности и гигиене труда, пропаганда охраны труда; информирование и консультирование руководителей организации и работающих по вопросам охраны труда;

- *осуществление контроля по охране труда*, в том числе за: обеспечением требований безопасности и гигиены труда; соблюдением законодательства о труде и об охране труда; выполнением (соблюдением) локальных нормативных правовых актов по вопросам охраны труда.

Структуру и численность службы определяет руководитель организации в соответствии с Типовым положением о службе охраны труда организации в редакции Постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 174 от 28 ноября 2008 г. В качестве базовых нормативов, при которых вводится должность специалиста по охране труда, принимаются: в организациях производственной сферы – при численности работающих свыше 100 человек; в организациях других сфер деятельности – свыше 200 человек. При численности работающих в организации 250 и более человек численность службы определяется в соответствии с Нормативами

численности специалистов по охране труда на предприятиях, утвержденными постановлением Министерства труда Республики Беларусь № 94 от 23 июля 1999 г.

При численности работающих менее соответствующего базового норматива и отсутствии в организации специалиста по охране труда его обязанности возлагаются на другого специалиста (после соответствующего обучения и проверки знаний) или на заместителя руководителя организации, ответственного за организацию работ по охране труда.

Структура и состав службы охраны труда устанавливается в зависимости от численности работающих, характера и степени опасности факторов производственной среды и трудового процесса, наличия потенциально опасных видов деятельности, производств и объектов.

На службу возлагаются следующие функции по организации работы по охране труда:

- анализ состояния условий и охраны труда, причин нарушений законодательства о труде и об охране труда, производственного травматизма, профессиональной заболеваемости;
- разработка и осуществление мероприятий по функционированию и совершенствованию системы управления охраной труда;
- проведение, в том числе совместно с представителями соответствующих подразделений и с участием профсоюза, проверок состояния условий и охраны труда, санитарно-бытового обеспечения работников, соблюдения требований охраны труда при проведении технологических процессов, эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, транспортных средств, приспособлений, инструмента, средств коллективной и индивидуальной защиты;
- организация совместно с подразделениями проведения обучения и проверки знаний работников по вопросам охраны труда;
- подготовка с участием подразделений перечней действующих и подлежащих разработке инструкций по охране труда. Разработка программы вводного инструктажа по охране труда и его проведение;
- оказание организационно-методической помощи подразделениям в: проведении измерений параметров вредных и опасных производственных факторов; оценке безопасности оборудования, приспособлений, инструмента, организации производства работ и рабочих мест; проведении аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда; разработке программ, планов, мероприятий по улучшению условий и охраны труда, предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний; разработке и пересмотре

инструкций по охране труда, организационно-методических стандартов организации, содержащих требования охраны труда, программ первичного инструктажа на рабочем месте, учебных планов и программ обучения по вопросам охраны труда работающих; оборудовании информационных стендов, уголков по охране труда; организации проведения инструктажей по охране труда; составлении списков профессий и должностей, в соответствии с которыми работники должны проходить обязательные медицинские осмотры; подготовке перечней (списков) профессий и категорий работников, имеющих в соответствии с законодательством право на компенсации по условиям труда;

- участие в: приемке в эксплуатацию оборудования, законченных строительством или реконструированных производственных объектов, административных и бытовых зданий; работе комиссий по приемке из ремонта оборудования в части соблюдения требований охраны труда, а также по контролю качества средств индивидуальной защиты; работе аттестационных комиссий по аттестации руководителей и специалистов организации, комиссий по проверке знаний работников по вопросам охраны труда; коллективно-договорном процессе при рассмотрении вопросов охраны труда; расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработке мероприятий по их профилактике;

- подготовка с участием подразделений предложений по: совершенствованию системы управления охраной труда, разработке соответствующих локальных нормативных правовых актов; внедрению безопасных технологий, оборудования, материалов и веществ, более эффективных средств коллективной защиты, передового опыта и научных разработок по этим вопросам; выводу из эксплуатации травмоопасных, не соответствующих требованиям безопасности оборудования, приспособлений и инструмента;

- подготовка государственной статистической отчетности по охране и условиям труда;

- ведение систематизированного учета и хранение действующих в организации законодательных и иных нормативных правовых актов, а также локальных нормативных правовых актов и других документов организации по вопросам охраны труда;

- организация обеспечения подразделений необходимыми нормативными правовыми актами, инструкциями и другими локальными нормативными правовыми актами, наглядными пособиями и учебными материалами по охране труда;

- доведение до сведения руководителей подразделений, должностных лиц, специалистов о вновь принятых законодательных и иных нормативных правовых актах в области охраны труда, консультирование, оказание им методической помощи по вопросам применения законодательства о труде и об охране труда;

- организация и проведение работы по информированию работающих по вопросам охраны труда, в том числе об их правах и обязанностях в этой сфере, состоянии условий и охраны труда на рабочих местах, принимаемых мерах по их улучшению, существующем риске повреждения здоровья и полагающихся средствах коллективной и индивидуальной защиты, компенсациях по условиям труда, порядке и условиях обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и другим вопросам, связанным с обеспечением охраны труда;

- подготовка предложений по результатам рассмотрения совместно с руководителями соответствующих подразделений, с участием представителей по охране труда профсоюза случаев отказа работника от выполнения порученной работы по причине возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья его и окружающих до устранения этой опасности, а также при непредоставлении ему средств индивидуальной защиты;

- организация и руководство работой кабинета охраны труда;

- организация и проведение с участием подразделений работы по профилактике нарушений работниками требований безопасности и гигиены труда, пропаганде вопросов охраны труда, передового опыта безопасного выполнения работ;

- подготовка проектов приказов и распоряжений руководителя организации по вопросам охраны труда, в том числе по определению функциональных обязанностей по охране труда руководителей подразделений, других должностных лиц, специалистов;

- подготовка проектов запросов в соответствующие организации о предоставлении информации, документации об организации работы по охране труда, технологических процессах, материалах, веществах, оборудовании, средствах защиты работников от вредных и опасных производственных факторов;

- организация совещаний по охране труда;

- рассмотрение в установленные сроки письменных и устных обращений работающих по вопросам условий и охраны труда, подготовка предложений руководителю организации (руководителям

подразделений) по устранению выявленных в ходе их рассмотрения недостатков, нарушений, а также подготовка ответов заявителям.

Работники службы охраны труда имеют право: проводить проверки состояния условий труда, соблюдения требований по охране труда, знакомиться в пределах своей компетенции с документами по вопросам охраны труда; запрашивать и получать необходимую информацию по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от должностных лиц и других работающих, допустивших нарушения требований по охране труда; выдавать работодателям, их должностным лицам обязательные для исполнения предписания об устранении нарушений требований по охране труда; приостанавливать (запрещать) в установленном законодательством порядке эксплуатацию оборудования, инструмента, приспособлений, транспортных средств, выполнение работ при выявлении нарушений, создающих угрозу для жизни или здоровья работающих и окружающих, до их устранения; вносить предложения работодателям по улучшению условий и охраны труда работающих, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

1.9.3. Планирование и финансирование работ по охране труда.

Планирование мероприятий по охране труда представляет собой одну из функций управления охраной труда.

Планы работ по охране труда подразделяются:

- *по содержанию* – на комплексные, охватывающие все стороны деятельности по охране труда, и целевые, направленные на решение отдельных задач охраны труда;
- *по срокам выполнения* – на перспективные (на период действия коллективного договора), текущие (на один год) и оперативные (на квартал, месяц).

Мероприятия по охране труда классифицируются по следующим признакам:

- *по характеру* – на организационные, технические, санитарно-гигиенические, социально-экономические, психофизиологические, лечебно-профилактические и др.;

- *по принципу выполнения* – на плановые и выполняемые во внеплановом порядке.

Основной формой перспективного планирования работ и мероприятий по охране труда является разработка на срок действия коллективного договора Плана мероприятий по охране труда, раздела

«Охрана труда» коллективного договора и включение соответствующих мероприятий в другие разделы договора.

Планирование деятельности по охране труда осуществляется в соответствии с Положением о планировании и разработке мероприятий по охране труда, утвержденным постановлением Министерства труда Республики Беларусь № 136 от 23 октября 2000 г. с учетом Республиканской целевой программы по улучшению условий и охраны труда на 2006–2010 гг.

План мероприятий по охране труда оформляется в качестве приложения к коллективному договору.

Основные направления планирования и разработки мероприятий по охране труда включают:

- приведение в соответствие с требованиями нормативных правовых актов производственных и других зданий и помещений, сооружений, строительных площадок территории предприятия;
- приведение к нормам естественного и искусственного освещения;
- приведение в соответствие с требованиями нормативных правовых актов по охране труда рабочих мест, технологических процессов, оборудования и других объектов производственного назначения;
- механизацию, автоматизацию, роботизацию технологических процессов, операций работ, осуществляемых в опасных и вредных условиях труда, тяжелых физических работ;
- приведение в соответствие с требованиями нормативных правовых актов санитарно-бытового обеспечения работников;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизация санитарно-технического состояния условий и охраны труда и сертификации производственных объектов на их соответствие требованиям охраны труда;
- нормативное, информационное и техническое обеспечение деятельности по охране труда.

Другие мероприятия по охране труда, осуществление которых необходимо (обеспечение спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами, медикаментами и перевязочными материалами, проведение медицинских осмотров, предоставление компенсаций по условиям труда и др.), также предусматриваются и отражаются в других разделах коллективного договора (при его отсутствии – оформляются в виде отдельного документа).

Формирование разделов коллективного договора и плана мероприятий по охране труда осуществляется соответствующими службами

и подразделениями нанимателя с участием профсоюза или иного представительного органа работников. При необходимости к этой работе могут привлекаться соответствующие организации и отдельные специалисты.

Исходными данными для планирования и разработки мероприятий по охране труда являются:

- анализ состояния и причин производственного травматизма, профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости;
- результаты аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технических условий и охраны труда;
- анализ обеспеченности производственных объектов, рабочих мест, работников необходимыми средствами защиты, а также материально-технического обеспечения обучения и инструктажа, проверки знаний работников по вопросам охраны труда;
- результаты технических осмотров, освидетельствований, испытаний, экспертизы технического состояния производственных объектов;
- предписания органов надзора и контроля, контролирующих служб нанимателя, представления профсоюза;
- предложения структурных подразделений и служб нанимателя, профсоюзов, а также отдельных работников;
- документы и предложения соответствующих органов управления.

Мероприятия по охране труда предусматривают решение следующих задач: устранение (снижение) профессиональных рисков, улучшение охраны и условий труда; сокращение численности работников, занятых в опасных и вредных условиях труда, тяжелым физическим трудом; доведение обеспеченности работников санитарно-бытовыми помещениями до установленных норм, оснащение их необходимыми устройствами и средствами; обеспечение обучения, инструктажа и проверки знаний работников по охране труда; внедрение передового опыта и научных разработок по охране труда.

В соответствии со ст. 226 ТК наниматель обязан обеспечить выделение в необходимых объемах финансовых средств, оборудования и материалов для осуществления предусмотренных коллективными договорами, соглашениями мероприятий по охране труда.

Денежные средства и материальные ресурсы, предназначенные на осуществление мероприятий по охране труда, не допускается использовать на другие цели.

Согласно Положению о планировании и разработке мероприятий по охране труда, *финансирование мероприятий осуществляется*

за счет: средств, затраты по которым относят на себестоимость продукции, если мероприятия носят некапитальный характер; сметы расходов бюджетных организаций, если мероприятия носят некапитальный характер; средств амортизационного фонда, предназначенных на капитальный ремонт, 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; капитальных вложений, включая фонд развития производства, если мероприятия являются капитальными.

1.9.4. Организация обучения и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда. Подготовка (обучение), переподготовка, стажировка, инструктаж, повышение квалификации и проверка знаний работающих по вопросам охраны труда осуществляются в соответствии с 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 № 175 от 28 ноября 2008 г.

Перед проверкой знаний по вопросам охраны труда с работающими работодателем при необходимости организуются семинары, лекции, консультации и другие занятия. О дате и месте проведения проверки знаний по вопросам охраны труда работающие уведомляются не позднее чем за 15 дней.

Проверка знаний по вопросам охраны труда проводится в индивидуальном порядке путем устного опроса или с применением компьютерной техники в объеме требований нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, соблюдение которых входит в должностные обязанности работающего.

Лица, не прошедшие проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствующих комиссиях, проходят повторную проверку знаний по вопросам охраны труда в срок не более одного месяца со дня ее проведения. Работающие, не прошедшие проверку знаний по вопросам охраны труда повторно, не допускаются к выполнению работ.

Проверка знаний по вопросам охраны труда лиц, не прошедших проверку в установленный срок вследствие болезни, отпуска или по другой уважительной причине, осуществляется в течение месяца со дня выхода на работу.

Ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверку знаний по охране труда возлагается на нанимателя, а в подразделениях – на руководителя подразделения.

Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда работающих по рабочим профессиям проводятся при подготовке, переподготовке, повышении квалификации, на курсах целевого назначения. Учебные планы и программы при подготовке рабочих по профессиям должны предусматривать теоретическое обучение по вопросам охраны труда (далее – теоретическое обучение) и производственное обучение безопасным методам и приемам труда (далее – производственное обучение).

Теоретическое обучение осуществляется в рамках специального учебного предмета «Охрана труда» и (или) соответствующих разделов специальных дисциплин в объеме не менее 10 ч. При обучении профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, предмет «Охрана труда» преподается в объеме не менее 60 ч в учреждениях, обеспечивающих получение профессионально-технического образования, и не менее 20 ч – при обучении непосредственно в организации.

Продолжительность производственного обучения профессиям рабочих, занятых на работах с повышенной опасностью, устанавливается не менее 12-ти рабочих дней, на других работах – не менее 4-х рабочих дней.

Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации рабочих завершаются итоговой аттестацией в форме квалификационных экзаменов. В экзаменационные билеты включаются вопросы по охране труда. Обучение на курсах целевого назначения заканчивается сдачей зачета.

Рабочие, имеющие перерыв в работе по профессии более трех лет, проходят стажировку на рабочем месте (далее – стажировка) перед допуском к самостоятельной работе.

Рабочие, принятые или переведенные на работы с повышенной опасностью (имеющие перерыв в выполнении указанных работ более 1 года), к самостоятельной работе допускаются после прохождения стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда.

Во время стажировки рабочие выполняют работу под руководством назначенных приказом руководителя организации мастеров, бригадиров, инструкторов 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 о прохождении стажировки.

Руководитель организации с учетом требований соответствующих нормативных правовых актов утверждает перечень профессий рабочих, которые должны проходить стажировку, и устанавливает ее продолжительность (не менее двух рабочих дней) в зависимости от квалификации рабочих и видов выполняемых ими работ.

При подготовке, переподготовке, повышении квалификации рабочих на производстве стажировка не проводится.

Рабочие, занятые на работах с повышенной опасностью, а также на объектах, поднадзорных специально уполномоченным государственным органам надзора и контроля, проходят периодическую проверку знаний по вопросам охраны труда в сроки, установленные соответствующими нормативными правовыми актами, но не реже одного раза в год.

Перечень профессий рабочих, которые должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда, утверждается руководителем организации на основании требований соответствующих нормативных правовых актов и с учетом типового перечня работ с повышенной опасностью.

Проверку знаний рабочих по вопросам охраны труда проводит комиссия организации или комиссия структурного подразделения. Запись о прохождении проверки знаний по вопросам охраны труда вносится в удостоверение по охране труда и личную карточку прохождения обучения по вопросам охраны труда.

Внеочередная проверка знаний по вопросам охраны труда рабочих проводится по требованию представителей специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля, руководителя организации (структурного подразделения) или должностного лица организации, ответственного за организацию охраны труда, при нарушении рабочими требований по охране труда, которые могут привести или привели к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям.

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

Обучение и повышение уровня знаний руководителей и специалистов по вопросам охраны труда осуществляются по учебным планам и программам, составленным на основании типового перечня вопросов для обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов.

Руководители и специалисты, принятые на работу в организацию, проходят вводный инструктаж.

Принятые на работу (переведенные на другую должность) руководители и специалисты допускаются к самостоятельной работе после ознакомления их уполномоченным должностным лицом организации с должностными обязанностями, в том числе по охране труда, нормативными правовыми актами, техническими нормативными правовыми актами, локальными нормативными правовыми актами по охране труда, соблюдение требований которых входит в их должностные обязанности, условиями и состоянием охраны труда в структурных подразделениях организации.

При необходимости 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 проходят стажировку по занимаемой должности.

Руководитель организации утверждает перечень должностей руководителей и специалистов, которые должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда.

Не позднее месяца со дня назначения на должность и периодически в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, но не реже одного раза в три года, руководители и специалисты проходят проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствующих комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда.

Проверка знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов проводится с учетом их должностных обязанностей и характера производственной деятельности, а также требований нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов и локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, соблюдение которых входит в их должностные обязанности.

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

Внеочередная проверка знаний руководителей и специалистов по вопросам охраны 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.

1.9.5. Инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения *инструктаж по охране труда подразделяют* на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

Вводный инструктаж по охране труда проводится со всеми работающими при: приеме их на постоянную или временную работу в организацию; участии в производственном процессе, привлечении к работам в организации или на ее территории, выполнении работ по заданию организации (по заключенному с организацией договору).

Вводный инструктаж проводится также с работниками других организаций, в том числе командированными, при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации.

Вводный инструктаж проводится по утвержденной руководителем организации программе, которая разрабатывается с учетом специфики деятельности организации на основании типового перечня вопросов программы вводного инструктажа по охране труда.

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда или специалист организации, на которого возложены эти обязанности.

При наличии в организации пожарной, газоспасательной и медицинской служб вводный инструктаж по соответствующим разделам программы вводного инструктажа может быть дополнен инструктажем, проводимым работниками указанных служб.

Регистрация вводного инструктажа осуществляется в журнале регистрации вводного инструктажа по охране труда.

При территориальной удаленности структурного подразделения руководителем организации могут возлагаться обязанности по проведению вводного инструктажа на руководителя данного структурного подразделения. Регистрация вводного инструктажа в этом случае

осуществляется в журнале регистрации вводного инструктажа по месту его проведения.

Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте до начала работы проводят с работающими: принятыми на работу; переведенными из одного подразделения в другое или с одного объекта на другой; участвующими в производственном процессе, привлеченными к работам в организации или выполняющими работы по заданию организации (по заключенному с организацией договору).

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится также с работниками других организаций, в том числе командированными, при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации. С работниками других организаций, выполняющими работы на территории организации, данный инструктаж проводит руководитель работ при участии руководителя или специалиста организации, на территории которой проводятся работы.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда. Первичный инструктаж допускается проводить с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится по утвержденной руководителем организации программе, составленной с учетом особенностей производства (выполняемых работ) и требований нормативных правовых актов по охране труда, или по инструкциям по охране труда для профессий и видов работ.

В журнале регистрации инструктажа по охране труда или личной карточке прохождения обучения указываются наименования программ первичного инструктажа на рабочем месте или номера инструкций по охране труда, по которым проведен инструктаж по охране труда.

Повторный инструктаж по охране труда проводится со всеми работающими не реже одного раза в шесть месяцев по программе первичного инструктажа на рабочем месте или по инструкциям по охране труда для профессий и видов работ.

Первичный инструктаж на рабочем месте и повторный инструктаж могут не проводиться с лицами, которые не заняты на работах по монтажу, эксплуатации, наладке, обслуживанию и ремонту оборудования, использованию инструмента, хранению и применению сырья и материалов (за исключением работ с повышенной опасностью).

Перечень профессий и должностей работников, освобождаемых от первичного на рабочем месте и повторного инструктажей, составляется

службой охраны труда с участием профсоюза и утверждается руководителем организации.

Внеплановый инструктаж по охране труда проводится при:

- принятии новых нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов 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 работающими нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, 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 или с группой лиц, работающих по одной профессии (должности), выполняющих один вид работ. Объем и содержание инструктажа определяются в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Целевой инструктаж по охране труда проводят при: выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и др.); ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф; производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск; проведении экскурсий в организации.

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктаж проводит непосредственный руководитель работ (начальник производства, цеха, участка, мастер, инструктор и другие должностные лица).

Инструктаж по охране труда завершается проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также

проверкой приобретенных навыков безопасных методов и приемов работы лицом, проводившим инструктаж.

Проведение первичного, повторного, внепланового, целевого инструктажа и стажировки подтверждается подписями лиц, проводивших и прошедших инструктаж, стажировку, в журнале регистрации инструктажа по охране труда или в личной карточке прохождения обучения. Допускается регистрация целевого инструктажа в отдельном журнале.

В случае проведения целевого инструктажа с лицами, выполняющими работы по наряду-допуску, отметка о его проведении производится в наряде-допуске.

При регистрации внепланового инструктажа в журнале регистрации инструктажа по охране труда указывается причина его проведения.

Журналы регистрации вводного инструктажа по охране труда, регистрации инструктажа по охране труда, регистрации целевого инструктажа по охране труда должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью. Журнал регистрации вводного инструктажа заверяется подписью руководителя организации или уполномоченного им лица. Журналы регистрации инструктажа по охране труда, регистрации целевого инструктажа по охране труда заверяются подписью руководителя организации или структурного подразделения организации.

Срок хранения названных журналов десять лет с даты внесения последней записи.

1.9.6. Аттестация рабочих мест по условиям труда. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда устанавливает Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 253 от 22 февраля 2008 г.

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 работника на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, сокращенную продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, а также для определения обязанностей нанимателя по профессиональному пенсионному страхованию

работников в соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 января 2008 г. «О профессиональном пенсионном страховании».

Для организации и проведения аттестации наниматель издает приказ, в соответствии с которым: утверждается состав аттестационной комиссии организации, определяются ее полномочия, назначается председатель аттестационной комиссии и лицо, ответственное за ведение и хранение документации по аттестации; при необходимости создаются аттестационные комиссии в структурных подразделениях; устанавливаются сроки и график проведения работ по аттестации в организации (структурных подразделениях).

Аттестационная комиссия:

- осуществляет проведение аттестации, а также организационное, методическое руководство и контроль за ее ходом;
- формирует в организации необходимую для проведения аттестации нормативную правовую базу и организует ее изучение;
- определяет перечень рабочих мест, подлежащих аттестации;
- устанавливает соответствие наименования профессий рабочих и должностей служащих Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Профессии рабочих и должности служащих» и характера фактически выполняемых работ характеристикам работ, приведенным в соответствующих выпусках Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД). При наличии имеющихся несоответствий подготавливает предложения о внесении изменений в штатное расписание, трудовые книжки работников и другие документы в порядке, установленном законодательством;
- определяет исполнителей: для измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды из числа собственных аккредитованных испытательных лабораторий или привлекает на договорной основе другие аккредитованные испытательные лаборатории; для оценки условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса из числа собственных специалистов или привлекает на договорной основе организации, имеющие в соответствии с законодательством право на осуществление деятельности, связанной с проведением аттестации;
- проводит перед началом измерений уровней вредных и опасных факторов производственной среды обследование рабочих мест в целях проверки на соответствие производственного оборудования и технологических процессов требованиям охраны труда и принимает меры по устранению выявленных недостатков;

- организует: проведение фотографии рабочего времени и оформление карты фотографии рабочего времени; составление карты аттестации рабочего места по условиям труда; ознакомление работников с результатами аттестации.

Оценка фактического состояния условий труда на рабочем месте при аттестации производится в соответствии с Инструкцией по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда и предоставлении компенсаций по ее результатам, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты № 35 от 22 февраля 2008 г. По результатам аттестации устанавливается класс (степень) вредности или опасности условий труда на рабочем месте.

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

Измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды для аттестации проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными в соответствии с требованиями системы аккредитации Республики Беларусь, в присутствии представителя аттестационной комиссии при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных, эффективно действующих средствах защиты и характерных производственных условиях. Результаты измерений и исследований уровней вредных и опасных факторов производственной среды и результаты количественных измерений и расчетов показателей тяжести трудового процесса для аттестации оформляются протоколами по формам, утверждаемым Министерством труда и социальной защиты.

Сведения о результатах оценки условий труда заносятся в карту и удостоверяются подписями членов аттестационной комиссии и ее председателя. К карте прилагаются: карта фотографии рабочего времени, протоколы измерений и исследований уровней вредных и опасных факторов производственной среды для аттестации; протоколы количественных измерений и расчетов показателей тяжести трудового процесса.

По итогам аттестации составляются:

- перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждены особые условия труда, соответствующие требованиям списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда;
- перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждено право

на дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

- перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждены вредные и (или) опасные условия труда, соответствующие требованиям списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени;

- перечень рабочих мест по профессиям и должностям, на которых работающим по результатам аттестации подтверждено право на доплаты за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

- план мероприятий по улучшению условий труда.

Перечни вышеперечисленных рабочих мест, согласованные с профсоюзом, утверждаются приказом нанимателя. В приказе также указываются рабочие места, на которых результатами аттестации не подтверждены (с указанием конкретных причин) условия труда, дающие право на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, сокращенную продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, оплату труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, а также условия труда, влекущие обязанности нанимателя по профессиональному пенсионному обеспечению работников.

Аттестация считается завершенной со дня издания приказа нанимателя об утверждении ее результатов.

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

Приказы, перечни рабочих мест, другие документы по аттестации, необходимые для подтверждения работнику права на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда и определения обязанностей нанимателя по профессиональному пенсионному страхованию работников, хранятся нанимателем в течение срока, установленного для хранения документов о стаже работы.

Внеочередная аттестация (переаттестация) проводится: в случае изменения законодательства, требующего ее проведение; при изменении условий труда в связи с заменой либо модернизацией производственного оборудования, заменой сырья и материалов, изменением технологического процесса и средств коллективной защиты; по тре-

бованию органов государственной экспертизы условий труда Республики Беларусь; по инициативе нанимателя (при улучшении условий труда), профсоюза.

Аттестация проводится один раз в пять лет. При этом начало и продолжительность проведения аттестации определяются с учетом того, что она должна быть завершена до окончания действия результатов предыдущей аттестации.

Наниматель несет ответственность за проведение аттестации.

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 по результатам аттестации предоставляются работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в течение полного рабочего дня.

Под полным рабочим днем понимается выполнение работы с вредными и (или) опасными условиями труда не менее 80% от продолжительности ежедневной работы (смены), установленной законодательством.

1.10. Травматизм и профессиональные заболевания на производстве

1.10.1. Понятие о травме, профзаболевании, несчастном случае.
Производственная травма – случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ, в результате которого произошла временная или постоянная потеря трудоспособности. При травме происходит нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей и органов человека.

Травмы могут быть *механическими* (ушибы, порезы, переломы, вывихи и др.), *термическими* (ожоги, обморожения), химическими (химические ожоги), *электрическими* (электрические травмы, электрические удары), *психологическими* (нервные стрессы, перенапряжение, испуги и др.).

Травмы могут повлечь временную или постоянную потерю трудоспособности. При этом пострадавший может утратить общую трудоспособность или только профессиональную. При утрате профессиональной трудоспособности он не может работать по профессии, но может быть

задействован на других работах. При утрате общей трудоспособности пострадавший частично или полностью теряет возможность выполнять любую работу.

Опасные условия – это состояние производственной среды, не соответствующее установленным нормам. Оно выражается в наличии на рабочем месте тех или иных опасных и вредных производственных факторов и является следствием многих причин.

Опасные действия – это неправильные, непрофессиональные действия работника, являющиеся следствием необученности, неумения, нежелания, неспособности, а в отдельных случаях невозможности работающим правильно оценивать производственную обстановку и выполнять все требования норм и правил охраны труда. Они зависят от конкретного работника.

В результате воздействия едких, ядовитых или вредных веществ, при вдыхании газов, паров, пыли, длительном воздействии опасных или вредных производственных факторов в количествах, незначительно превышающих предельно допустимые уровни, могут возникнуть профессиональные заболевания.

Профессиональное заболевание – хроническое или острое заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных производственных факторов.

Острое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, развившееся в результате воздействия вредного производственного фактора (факторов) в процессе трудовой деятельности в течение не более 3-х рабочих смен (дней).

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

Острые профессиональные заболевания устанавливают врачи в амбулаторно-поликлинических и больничных учреждениях всех типов, а также при посещении больного на дому. Хронические профессиональные заболевания устанавливают в клиниках профессиональных болезней научно-исследовательского и медицинского институтов, институтов усовершенствования врачей, а также в лечебно-профилактических учреждениях.

По происхождению профессиональные заболевания подразделяются на вызванные действием физических факторов, пыли, химических веществ и биологических факторов.

К профессиональным заболеваниям, вызываемым физическими факторами, относят: вибрационную болезнь, возникающую при воздействии вибрации на организм человека; глухоту, тугоухость, неврит слухового нерва и т. п., возникающие при систематическом и (или) интенсивном воздействии шума; пояснично-крестцовые радикулиты, возникающие при тяжелых физических работах, напряжениях, связанных с вынужденным положением тела или с частыми наклонами, а также с воздействием переохлаждения; хронические артриты, остеохондриты – при систематическом давлении и перенапряжении в области суставов, при резких сменах температур, длительном охлаждении и др.

К профессиональным заболеваниям, вызываемым пылью, относят хронические профессиональные фиброзы легких, известные под названием пневмокониозов, а также хронические пылевые бронхиты и др.

К профессиональным заболеваниям, обусловленным воздействием химических веществ, относят острые и хронические отравления организма человека, острые и хронические заболевания кожи – дерматиты, экземы, конъюнктивиты и др.

Профессиональные заболевания, в зависимости от тяжести и сроков выявления, могут сопровождаться или не сопровождаться утратой трудоспособности, в тяжелых случаях они приводят к инвалидности.

Министерством здравоохранения Республики Беларусь утвержден список профессиональных заболеваний. Он используется врачами для юридического признания заболевания профессиональным, а также при назначении пособий по временной нетрудоспособности, пенсий по инвалидности и при рассмотрении вопросов, связанных с возмещением предприятиями ущерба, причиненного здоровью работника.

Несчастный случай – опасная ситуация, которая заканчивается увечьем, профессиональным заболеванием или иным повреждением здоровья.

По правовым последствиям для потерпевшего несчастные случаи подразделяются на: происшедшие в быту; происшедшие на производстве; происшедшие вне производстве.

Несчастный случай в быту (или бытовой) – несчастный случай, который произошел с человеком в свободное от работы время при выполнении работ дома, на даче и при других аналогичных обстоятельствах.

Несчастный случай на производстве – несчастный случай в результате воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

По тяжести последствий несчастные случаи подразделяются на: микротравмы, легкие, тяжелые, смертельные.

По числу пострадавших несчастные случаи подразделяются на: одиночные, когда пострадал 1 человек; групповые – 2 человека и более, вне зависимости от степени тяжести полученных при этом травм.

1.10.2. Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. Единый порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний устанавливают Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 30 от 15 января 2004 г.

Действие правил распространяется на: нанимателей; страхователей по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; страховщиков, на которых возложено осуществление обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лиц без гражданства, выполняющих работу на основании трудового договора; обучающихся и воспитанников учреждений образования, привлекаемых к работам в организациях, в том числе в период прохождения производственной практики; привлекаемых в установленном порядке к ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, к общественным работам и др.

Расследуются несчастные случаи, в результате которых работники или другие лица получили травмы, в том числе отравления, тепловые удары, ожоги, обморожения, утопления, 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, происшедшие в течение рабочего времени, во время дополнительных специальных перерывов и перерывов для отдыха и питания, в периоды времени 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 командировке, а также в любом другом месте, где потерпевший находился в связи с работой либо совершал действия в интересах организации, нанимателя, страхователя;
- во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном организацией, нанимателем, страхователем;
- на личном транспорте, используемом с согласия или по распоряжению организации, нанимателя, страхователя в их интересах;
- на транспорте общего пользования или ином транспорте, а также во время следования пешком при передвижении между объектами обслуживания либо выполнении поручения организации, нанимателя, страхователя;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- при работе вахтовым методом во время междусменного 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 органах государственной службы занятости;
- при выполнении работ по гражданско-правовому договору на территории и под контролем страхователя за безопасным ведением работ либо под контролем страхователя за безопасным ведением работ вне территории страхователя.

Расследованию и учету подлежат все впервые выявленные случаи профессиональных заболеваний, которые включены в перечень профессиональных заболеваний, определяемый Министерством здравоохранения и Министерством труда и социальной защиты.

Профессиональный характер заболевания устанавливается на основании клинических данных и санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника или другого лица, составленной территориальным центром гигиены и эпидемиологии, в случаях:

- *острых профессиональных заболеваний* – врачебно-консультативными комиссиями (ВКК) амбулаторно-поликлинических и больничных организаций здравоохранения всех типов;
- *хронических профессиональных заболеваний* – медико-экспертной комиссией (МЭК) республиканского и ВКК областных центров профессиональной патологии, клиник научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами профессиональной патологии,

областных и городских кожно-венерологических диспансеров, а также ВКК других организаций здравоохранения, где имеется врач-профпатолог. В работе ВКК и МЭК могут принимать участие врач-гигиенист и представитель страховщика.

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

О каждом несчастном случае на производстве потерпевший, другие работники немедленно сообщают должностному лицу организации, нанимателя, страхователя.

Должностное лицо организации, нанимателя, страхователя: при необходимости немедленно организует оказание первой помощи потерпевшему, вызов медицинских работников на место происшествия; принимает неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц; обеспечивает до начала расследования несчастного случая сохранение обстановки на месте его происшествия, а если это невозможно – фиксирование обстановки путем составления схемы, протокола, фотографирования или иным методом; сообщает нанимателю, страхователю о происшедшем несчастном случае.

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

Наниматель, страхователь, получив сообщение о несчастном случае на производстве: принимает меры по устранению причин несчастного случая; в течение одного дня сообщает о несчастном случае страховщику, нанимателю потерпевшего и направляет в организацию здравоохранения запрос о тяжести травмы потерпевшего; информирует о несчастном случае на производстве родственников потерпевшего и профсоюз; обеспечивает расследование несчастного случая на производстве.

Наниматель, 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 оформление и учет

несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработку и реализацию мероприятий по их профилактике.

Лица, участвующие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, при несогласии с результатами расследования имеют право излагать особое мнение, которое прилагается к документам расследования.

Наниматель, страхователь в пятидневный срок после получения документов специального расследования группового несчастного случая, несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом, профессионального заболевания издает приказ 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 наниматель, страхователь направляет организациям, представители которых проводили специальное расследование, и профсоюзу.

Если грубая неосторожность потерпевшего содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то при расследовании несчастного случая на производстве или профессионального заболевания определяется и указывается в акте о несчастном случае на производстве или в акте о профессиональном заболевании степень вины потерпевшего в процентах на основании протокола об определении степени вины потерпевшего от несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, подписанного уполномоченным должностным лицом организации, нанимателя, страхователя и уполномоченным представителем профсоюза.

Страховщик и потерпевший или лицо, представляющее его интересы, имеют право принимать участие в расследовании несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, знакомиться с документами расследования несчастного случая, профессионального заболевания, получать их копии.

Несчастный случай на производстве или профессиональное заболевание являются страховыми случаями, если потерпевший подлежит обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

1.10.3. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве. Расследование несчастного случая на производстве (кроме группового, со смертельным или тяжелым исходом)

проводится уполномоченным должностным лицом организации, нанимателя, страхователя с участием уполномоченного представителя профсоюза, специалиста по охране труда или другого специалиста, на которого возложены эти обязанности.

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 проводится в срок не более трех рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, получения заключений правоохранительных органов, организаций здравоохранения и других органов и организаций.

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, 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 оформляется *акт о несчастном случае на производстве формы Н-1* в четырех экземплярах.

Если на основании документов правоохранительных органов, организаций здравоохранения, судебно-медицинской экспертизы и других результатов расследования установлено, что несчастный случай произошел вследствие противоправных деяний потерпевшего (хищение, угон транспортных средств и др.), умышленного причинения вреда своему здоровью (самоубийство, попытка самоубийства, членовредительство) либо обусловлен исключительно состоянием здоровья потерпевшего, то такой несчастный случай оформляется *актом о непроизводственном несчастном случае формы НП* в четырех экземплярах.

Решение об оформлении актом формы НП несчастных случаев, обусловленных исключительно состоянием здоровья потерпевшего, принимается, если в результате расследования не будут выявлены организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические и иные причины, а также факторы производственной среды и производственного процесса, оказавшие влияние на состояние здоровья потерпевшего.

Несчастные случаи, происшедшие при обстоятельствах, когда единственной причиной повреждения здоровья потерпевшего явилось его нахождение в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, подлежат оформлению актом формы НП.

Наниматель, страхователь в течение двух рабочих дней по окончании расследования: рассматривает материалы расследования, утверждает акт формы Н-1 или НП и регистрирует его соответственно в журнале регистрации несчастных случаев на производстве или журнале регистрации непроизводственных несчастных случаев; направляет по одному экземпляру акта формы Н-1 или НП потерпевшему или лицу, представляющему его интересы, государственному инспектору труда, специалисту по охране труда или специалисту, на которого возложены его обязанности, с материалами расследования; направляет один экземпляр акта формы Н-1 с материалами расследования страховщику; направляет копии акта формы Н-1 или НП руководителю подразделения, где работает потерпевший, в профсоюз, орган государственного специализированного надзора и контроля, если случай произошел на поднадзорном ему объекте, местный исполнительный и распорядительный орган, в вышестоящую организацию.

Акт формы Н-1 или НП с документами расследования хранится в течение 45 лет у нанимателя, страхователя, организации, у которых взят на учет несчастный случай.

Несчастный случай, о котором нанимателю, страхователю не поступило сообщение в течение рабочего дня или вследствие которого потеря трудоспособности наступила не сразу, расследуется в течение одного месяца со дня, когда нанимателю, страхователю стало известно о несчастном случае.

Травма, не вызвавшая потери трудоспособности или необходимости перевода в соответствии с медицинским заключением на другую (более легкую) работу, учитывается организацией, нанимателем, страхователем в журнале регистрации микротравм.

1.10.4. Специальное расследование несчастных случаев на производстве. *Специальному расследованию подлежат:* групповые несчастные случаи, происшедшие одновременно с двумя и более лицами, независимо от тяжести полученных травм; несчастные случаи со смертельным исходом; несчастные случаи с тяжелым исходом.

Тяжесть производственных травм определяется организациями здравоохранения по схеме определения тяжести производственных травм, утверждаемой Министерством здравоохранения.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом, несчастном случае с тяжелым исходом организация, наниматель, страхователь немедленно сообщает: в территориальную прокуратуру по месту, где произошел несчастный случай; в территориальное структурное подразделение департамента государственной инспекции труда; в профсоюз; в вышестоящую организацию; в территориальный орган государственного специализированного надзора и контроля, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте; страховщику.

Специальное расследование несчастного случая проводит государственный инспектор труда с участием уполномоченных представителей организации, нанимателя, страхователя, профсоюза, вышестоящей организации.

Специальное расследование несчастного случая проводится (включая оформление и рассылку документов) в течение 15 рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз и получения заключений правоохранительных органов, организаций здравоохранения и других. Указанный срок может быть продлен главным государственным инспектором труда Республики Беларусь до 15 рабочих дней.

Главный государственный инспектор труда Республики Беларусь может приостановить расследование на срок, не превышающий трех месяцев.

По результатам специального расследования государственным инспектором труда составляется и подписывается *заключение о несчастном случае.*

Государственный инспектор труда направляет заключение и документы специального расследования организации, нанимателю, страхователю.

В соответствии с заключением организация, наниматель, страхователь в течение одного рабочего дня составляет акты формы Н-1 или НП на каждого потерпевшего и утверждает их, организует тиражирование

документов специального расследования в необходимом количестве экземпляров. На последней странице акта формы Н-1 или НП производится заверенная руководителем организации, нанимателем, страхователем запись: «Составлен в соответствии с заключением...».

Государственный инспектор труда в течение одного рабочего дня по окончании специального расследования направляет материалы специального расследования в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая, соответствующие вышестоящие структурные подразделения департамента государственной инспекции труда, орган государственного специализированного надзора и контроля, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте, нанимателю, страхователю, страховщику, в профсоюз.

1.10.5. Расследование и учет профессиональных заболеваний. О каждом выявленном или предполагаемом случае острого профессионального заболевания организация здравоохранения в течение 12 часов направляет по установленной форме извещение об остром профессиональном заболевании нанимателю, страхователю по месту работы заболевшего, в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, которому подконтролен наниматель, страхователь. В случаях острых профессиональных заболеваний при одновременном профессиональном заболевании двух и более работников извещение составляется на каждого заболевшего.

В случаях подозрения на хроническое профессиональное заболевание при проведении периодического медицинского осмотра либо при обращении работника, организация здравоохранения в двухмесячный срок оформляет необходимые документы и устанавливает окончательный диагноз.

Наниматель, страхователь немедленно информирует о случае профессионального заболевания организацию здравоохранения, обслуживающую данного нанимателя, страхователя, местный исполнительный и распорядительный орган, профсоюз, страховщика.

Об острых профессиональных заболеваниях со смертельным исходом, одновременном профессиональном заболевании двух и более человек наниматель, страхователь информирует также территориальную прокуратуру, территориальное структурное подразделение департамента государственной инспекции труда.

Расследование профессионального заболевания проводится врачом-гигиенистом территориального центра гигиены и эпидемиологии с участием уполномоченного должностного лица нанимателя,

страхователя, представителей организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя, профсоюза.

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

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

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 центром гигиены и эпидемиологии в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляются вместе с документами расследования заболевшему или лицу, представляющему его интересы, организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя, а также государственному инспектору труда, нанимателю, 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 центром гигиены и эпидемиологии также в территориальную прокуратуру по месту нахождения организации, нанимателя, страхователя. Один экземпляр указанного акта хранится в территориальном центре гигиены и эпидемиологии.

Наниматель, страхователь регистрирует акты формы ПЗ-1 в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляет их копии в профсоюз, местный исполнительный и распорядительный орган, вышестоящую организацию.

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

1.10.6. Отчетность о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях, анализ причин их возникновения. На основании актов формы Н-1 и ПЗ-1 организация, наниматель, страхователь составляет отчет о потерпевших при несчастных

случаях на производстве и профессиональных заболеваниях по установленной форме 1-т (травматизм) «Отчет о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях», которая ежегодно не позднее 15 января предоставляется органу государственной статистики по месту нахождения нанимателя и вышестоящей организации.

Учет несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, смерть от которых наступила в период временной нетрудоспособности, как несчастного случая на производстве, профессионального заболевания со смертельным исходом осуществляется со дня смерти потерпевшего. Если несчастный случай на производстве, профессиональное заболевание произошли в прошедшем отчетном периоде, а потерпевший умер в последующем отчетном периоде, то в отчете за прошедший период этот несчастный случай, профессиональное заболевание учитываются в общей численности потерпевших, а в отчете за последующий период – только в численности потерпевших со смертельным исходом.

Организации, наниматели, страхователи обеспечивают систематическое проведение анализа причин несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, рассмотрение их в коллективах работников, разработку и осуществление мероприятий по профилактике производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Анализ травматизма показывает, что он наиболее высок в тех отраслях, где большой удельный вес занимают ручные операции. Около 50% всех травм приходится на недостаточно квалифицированных рабочих, имеющих стаж работы до двух лет. Работники в возрасте свыше 30 лет получают травмы преимущественно во вторую половину рабочего дня. Это объясняется большей утомляемостью людей такой возрастной группы.

Так как условия работы на различных предприятиях неодинаковы, разработка общей классификации причин травматизма практически невозможна. Их можно систематизировать, приняв за основу лишь некоторые общие положения.

Для лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства можно выделить следующие основные причины несчастных случаев:

- *организационные*: неправильная организация рабочего места или рабочей зоны; необученность работающих безопасным приемам

труда; нарушения технологического режима; нарушение инструкций по охране труда; неисправность ограждений, заземлений, предохранительных, блокировочных устройств; отсутствие инструкций, плакатов, запрещающих, разрешающих и указательных знаков; отсутствие или недостаточность контроля за ходом работ и т. д.;

- *технические*: несовершенство технологического процесса, недостатки проекта или неправильный монтаж установок и оборудования; неисправность оборудования и коммуникаций, вследствие ошибок при их проектировании; неправильный выбор и монтаж электротехнического оборудования; несовершенство или неправильный монтаж подъемно-транспортных механизмов; несовершенство рабочего инструмента и приспособлений и т. д.;

- *санитарно-гигиенические*: отклонения от нормативных метеорологических условий труда; чрезмерный шум и вибрация; загрязненность воздушной среды; недостаточное освещение рабочих мест; отсутствие необходимых санитарно-бытовых помещений; необеспеченность необходимой спецодеждой, спецобувью и т. п.; нарушение правил личной гигиены и т. д.;

- *психофизиологические*: монотонные условия труда; высокая тяжесть и напряженность труда и т. д.

1.10.7. Методы изучения производственного травматизма. Относительные показатели травматизма. Анализ состояния травматизма проводится различными методами, взаимно дополняющими друг друга. Наиболее распространенными методами анализа являются статистический и монографический.

Статистический метод основан на анализе статистического материала, накопленного за несколько лет по предприятию или в отрасли.

Разновидностями статистического метода являются групповой и топографический методы. При *групповом методе* травмы группируются по отдельным однородным признакам: времени травмирования; возрасту, квалификации и специальности пострадавших; видам работ; причинам несчастных случаев и другим факторам. Это позволяет выявить наиболее неблагоприятные моменты в организации работ, состоянии условий труда или оборудования. Например, наиболее опасные в республике профессии – тракторист, слесарь, сторож; наиболее травмоопасное время – 5–7 часов утра; по возрасту – 27–35 лет.

При *топографическом методе* все несчастные случаи систематически наносят условными знаками на план расположения оборудо-

вания 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 метод и его разновидности не изучают производственные условия, при которых произошли несчастные случаи, и поэтому не отвечают на многие вопросы, необходимые для разработки профилактических мер.

Монографический метод заключается в углубленном изучении объема 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 изучению режимов труда и отдыха работающих, ритмичности работы предприятия (цеха). При этом изучении выявляются скрытые опасные факторы, которые могут привести к несчастным случаям.

Подобный анализ проводится на аналогичном производстве. Этот метод применим не только для анализа уже происшедших несчастных случаев, но и для выявления потенциальных опасностей на изучаемом участке. Он используется и для разработки мероприятий по охране труда для вновь проектируемых и реконструируемых производств.

В настоящее время применяются и другие методы анализа производственного травматизма: *экономический, эргономический, психологический*. Однако эти методы не позволяют выявить причины травматизма и поэтому являются дополнительными.

Уровень травматизма и заболеваемости является основным показателем состояния охраны труда на предприятии.

Абсолютное число учтенных несчастных случаев не дает возможности судить об уровне и о динамике травматизма, так как количество работающих на разных предприятиях различно.

Для правильного суждения о травматизме и заболеваемости пользуются *относительными показателями*: коэффициенты частоты, тяжести травматизма и нетрудоспособности.

Коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) – число несчастных случаев за отчетный период, приходящееся на тысячу работающих:

$$K_{\text{ч}} = H \cdot 1000 / P, \quad (1.1)$$

где H – количество учтенных несчастных случаев, приведших к потере трудоспособности; P – среднесписочное число работающих за отчетный период.

Коэффициент частоты не характеризует тяжести травматизма. Возможно такое положение, когда на одном предприятии большинство случаев имеет легкий исход, а на другом – все случаи тяжелые. Поэтому введен **коэффициент тяжести травматизма** (K_T) – коэффициент, показывающий среднее количество рабочих дней, потерянных каждым пострадавшим за отчетный период (квартал, полугодие, год):

$$K_T = Д/Н, \quad (1.2)$$

где $Д$ – общее количество рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев за отчетный период.

Коэффициент нетрудоспособности (K_H) учитывает число рабочих дней, потерянных в результате несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих:

$$K_H = Д \cdot 1000/Р \text{ или } K_H = K_ч \cdot K_T. \quad (1.3)$$

Для оценки экономических показателей травматизма и профзаболеваний используется **коэффициент экономического травматизма** ($K_э$), который определяет затраты как на один несчастный случай, так и на тысячу работающих:

$$K_э = М/Н \text{ или } K_{э1000} = М \cdot 1000/Р, \quad (1.4)$$

где $М$ – материальные затраты, понесенные нанимателем в результате несчастных случаев, за отчетный период.

Помимо перечисленных показателей используется **коэффициент частоты смертельных случаев** ($K_ч^{см}$), который характеризует число смертельных случаев за отчетный период, приходящиеся на тысячу работающих:

$$K_ч^{см} = H_{см} \cdot 1000/Р, \quad (1.5)$$

где $H_{см}$ – количество смертельных случаев.

1.11. Надзор и контроль за охраной труда

1.11.1. Виды контроля за охраной труда. Государственный контроль за охраной труда. Надзор и контроль за охраной труда осуществляется по четырем направлениям: *государственный, ведомственный (административный), производственный и общественный контроль.*

Высшим органом государственного контроля за охраной труда является Прокуратура Республики Беларусь в лице Генерального прокурора и подчиненных ему прокуроров.

Государственное управление охраной труда осуществляется Советом Министров Республики Беларусь через Министерство труда и социальной защиты, на которое возложены эти функции.

Надзор и контроль за охраной труда в системе государственного управления осуществляют специально уполномоченные государственные органы в рамках компетенции, определенной в положениях об этих органах.

Департамент государственной инспекции труда при Министерстве труда и социальной защиты является государственным органом надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда. Он осуществляет контроль по всему комплексу вопросов организации работы по охране труда, на всех стадиях производственного процесса, всех предприятиях независимо от форм собственности, видов хозяйствования и ведомственной подчиненности.

Департамент проверяет организацию работы по охране труда, осуществляет в установленном порядке специальное расследование несчастных случаев на производстве, выборочную экспертизу проектов строящихся, реконструируемых и эксплуатируемых объектов производственного назначения, дает заключения по проектам технических условий, стандартов, проводит предварительный надзор за ходом строительства, реконструкции и технического перевооружения объектов производственного назначения, участвует в приемке законченных строительством и реконструкцией производств, а также в приемочных испытаниях опытных образцов продукции производственного назначения и т. д.

Государственным инспекторам труда предоставляется право: беспрепятственно посещать предприятия; знакомиться с любыми документами и снимать с них копии, если на это отсутствуют законодательные ограничения; получать от руководителей должностных лиц и работников объяснения по вопросам, входящим в их компетенцию; изымать и брать с собой для анализа образцы используемых и обрабатываемых материалов и веществ при условии уведомления об этом нанимателя и отсутствии на это законодательных ограничений.

В случае выявления нарушений: выдавать нанимателю обязательные для исполнения предписания; приостанавливать работу цехов, участков, оборудования; налагать на должностных лиц и нанимателей штрафы; запрещать выдачу работникам спецодежды, спецобуви и других СИЗ, не отвечающих условиям труда и требованиям нормативно-технической документации; ставить вопрос

перед соответствующими органами о привлечении к ответственности должностных лиц за нарушения законодательства о труде и правил по охране труда.

Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госпромнадзор) осуществляет специальные функции в области промышленной безопасности, безопасности перевозки опасных грузов, охраны и рационального использования недр.

Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор) осуществляет специальные функции в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Государственный санитарный надзор (Санэпиднадзор) осуществляет надзор за соблюдением организациями, физическими лицами законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения; реализует меры по профилактике заболеваний путем предупреждения, обнаружения и пресечения нарушений санитарно-эпидемиологического законодательства; осуществляет государственную санитарно-эпидемиологическую экспертизу.

Государственная экспертиза условий труда осуществляет контроль за правильностью применения списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию за работу с особыми условиями труда, качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, обоснованностью предоставления работникам компенсаций на основе аттестации рабочих мест по условиям труда, а также соблюдением установленных требований по условиям труда в проектной документации на строительство и реконструкцию объектов производственного назначения.

Государственный энергетический надзор (Энергонадзор) контролирует соблюдение потребителями правил устройства электроустановок, технической эксплуатации электрических и теплоиспользующих установок, правил по технике безопасности при их эксплуатации; соблюдение потребителями и энергоснабжающими организациями правил пользования электрической и тепловой энергией и др.

Государственный комитет по стандартизации (Белстандарт) осуществляет надзор за соблюдением требований технических регламентов, взаимосвязанных с ними государственных стандартов, требований законодательства об оценке соответствия продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг техническим требованиям,

предусматривающим отсутствие недопустимого риска причинения вреда жизни, здоровью человека.

Органы *государственного пожарного надзора* Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госпожнадзор) осуществляют надзор за соблюдением установленных требований пожарной безопасности министерствами и другими органами государственного управления, предприятиями, учреждениями и организациями независимо от форм собственности и гражданами.

Департамент государственного строительного надзора Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь (Госстройнадзор) осуществляет надзор за производством земляных и строительно-монтажных работ.

Государственная инспекция по охране труда, транспортной и пожарной безопасности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Гостехнадзор) осуществляет надзор за техническим состоянием тракторов, мелиоративных, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин и оборудования.

Управление государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Республики Беларусь (ГАИ) осуществляет надзор в сфере обеспечения безопасности дорожного движения.

1.11.2. Контроль за охраной труда на предприятии. *Ведомственный (административный) контроль* осуществляется служба охраны труда министерств и их подразделений. По каждому министерству разработаны и внедрены положения о функциональных обязанностях и ответственности по охране труда должностных лиц в организациях и на предприятиях, которые предусматривают: повышение ответственности всех ИТР и должностных лиц за состояние безопасных условий труда и обеспечение проведения профилактических мероприятий; создание условий, при которых должен осуществляться контроль за безопасными и здоровыми условиями труда, исключающий оставление без надзора любого производственного процесса, рабочего места, машин и механизмов, для предупреждения возможных отступлений от действующих норм и правил охраны труда.

Контроль за соблюдением законодательства об охране труда на предприятиях осуществляется в соответствии с Типовой инструкцией о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труда в организации, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 159 от 26 декабря 2003 г.

Целью контроля является создание здоровых и безопасных условий труда работников, предупреждение несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Контроль может осуществляться в форме проверок, обследований, осмотров, систематического учета показателей, характеризующих состояние условий и охраны труда, затребования необходимой информации, рассмотрения жалоб, заявлений. Контроль предусматривает выявление причин нарушений требований охраны труда и разработку мероприятий по их устранению и предупреждению.

Основными задачами контроля являются: выявление и предупреждение нарушений государственных нормативных требований охраны труда; оценка состояния условий труда работников, безопасности производственных процессов, оборудования, приспособлений, инструмента, сырья и материалов, эффективности применения средств защиты работниками; выполнение работниками должностных обязанностей по охране труда и требований локальных нормативных актов по охране труда; принятие мер по устранению выявленных недостатков.

Основными видами контроля являются:

- контроль за соблюдением законодательства об охране труда, осуществляемый руководителями и специалистами организации в соответствии с их должностными обязанностями;

- контроль по охране труда, осуществляемый службой охраны труда организации в соответствии с Типовым положением о службе охраны труда организации в редакции Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 174 от 28 ноября 2008 г.;

- производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах, осуществляемый эксплуатирующей их организацией в соответствии с Правилами организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах, утвержденными постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь № 11 от 28 июня 2000 г.;

- периодический контроль за соблюдением законодательства об охране труда, осуществляемый представителями нанимателя с участием общественных инспекторов профсоюзов по охране труда;

- общественный контроль за соблюдением законодательства об охране труда, осуществляемый профсоюзами в соответствии с Порядком осуществления профсоюзами общественного контроля за соблюдением

законодательства Республики Беларусь о труде, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1630 от 23 октября 2000 г.

Полномочия и ответственность руководителей и специалистов организации по осуществлению контроля за соблюдением законодательства об охране труда определяются их должностными инструкциями.

При разработке должностных инструкций обязанности по осуществлению контроля за соблюдением законодательства об охране труда распределяются между руководителями и специалистами с учетом их трудовых функций, роли и места в системе управления охраной труда организации.

Периодический контроль за соблюдением законодательства об охране труда (далее – периодический контроль) является одним из видов контроля, который предусматривает участие работников в деятельности по улучшению условий и охраны труда, профилактике несчастных случаев и заболеваний на производстве.

Периодический контроль, осуществляемый представителями нанимателя с участием общественных инспекторов профсоюзов по охране труда, в зависимости от деятельности и структуры организации может проводиться:

- ежедневно – на участке, в смене, бригаде, лаборатории и иных аналогичных структурных подразделениях организации (далее – участок);
- ежемесячно – в цехе, отделе, иных аналогичных структурных подразделениях организации (далее – цех);
- ежеквартально – в организации в целом.

Ежедневный контроль за состоянием охраны труда осуществляется руководителем структурного подразделения (мастером, начальником смены, заведующим лабораторией, механиком, другими руководителями участка) с участием общественного инспектора профсоюза по охране труда.

Ежедневно 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 работниками; наличие и правильное использование средств индивидуальной защиты; выполнение мероприятий по устранению нарушений, выявленных предыдущими проверками; соблюдение работниками требований безопасности при выполнении работ.

Результаты проверки с конкретными мероприятиями по устранению выявленных недостатков и нарушений записываются в *журнал ежедневного контроля за состоянием охраны труда*.

Ежемесячный контроль проводится начальником цеха с участием общественного инспектора профсоюза по охране труда, руководителей служб цеха и инженера по охране труда.

В ходе ежемесячного контроля проверяются:

- организация и результаты ежедневного контроля; выполнение мероприятий, намеченных в результате проведения всех видов контроля, а также мероприятий, предусмотренных коллективным договором, соглашением, планом мероприятий по охране труда;

- выполнение приказов и распоряжений руководителя организации, результатов рассмотрения представлений общественных инспекторов профсоюза по охране труда, мероприятий по документам расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- исправность и соответствие производственного оборудования, транспортных средств и технологических процессов требованиям охраны труда;

- соблюдение работниками правил, норм и инструкций по охране труда;

- выполнение графиков планово-предупредительных ремонтов производственного оборудования, вентиляционных и аспирационных систем и установок, соблюдение технологических режимов и инструкций;

- состояние рабочих мест, проходов, проездов, переходов и прилегающей к цеху территории;

- наличие и состояние защитных, сигнальных и противопожарных средств и устройств, контрольно-измерительных приборов;

- своевременность и качество проведения инструктажа работников по охране труда;

- наличие средств индивидуальной защиты и правильность их использования работниками;

- предоставление работникам компенсаций по условиям труда;

- состояние санитарно-бытовых помещений и устройств, обеспечение работников смывающими и обезвреживающими средствами;

- соблюдение установленного режима труда и отдыха, трудовой дисциплины;

- состояние кабинетов и уголков по охране труда, наличие и состояние учебных пособий и средств наглядной агитации.

Выявленные недостатки в процессе проведения ежемесячного контроля заносятся в *журнал ежемесячного контроля за состоянием охраны труда*.

Итоги проведения ежемесячного контроля рассматриваются в цехе на совещании, собрании с участием руководителей структурных подразделений, представителей профсоюза.

Ежеквартальный контроль осуществляется руководителем организации (его заместителями) с участием руководителей служб, отделов, общественного инспектора по охране труда.

В ходе ежеквартального контроля проверяются:

- организация и результаты проведения ежедневного и ежемесячного контроля;
- выполнение мероприятий по охране труда, предусмотренных коллективными договорами, соглашениями и другими локальными нормативными актами;
- выполнение мероприятий по документам расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- своевременность проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и выполнения мероприятий по ее результатам;
- техническое состояние и содержание зданий, сооружений, помещений и прилегающей к ним территории в соответствии с требованиями охраны труда, состояние дорог, тротуаров, проходов и проездов; соответствие рабочих мест, технологического, грузоподъемного, транспортного, энергетического и другого оборудования требованиям охраны труда;
- эффективность работы вентиляционных систем и установок;
- выполнение графиков планово-предупредительного ремонта производственного оборудования; обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты и организация ухода за ними;
- наличие и состояние средств коллективной защиты;
- состояние санитарно-бытовых помещений и устройств;
- организация лечебно-профилактического обслуживания работников;
- состояние кабинетов и уголков по охране труда;
- своевременность и качество обучения и инструктажа работников по вопросам охраны труда; соблюдение установленного режима труда и отдыха, трудовой дисциплины и др.

По результатам ежеквартального контроля по каждому цеху оформляется акт, в котором указываются обнаруженные недостатки и меры по их устранению.

Проведение ежемесячного или ежеквартального контроля рекомендуется осуществлять в установленный приказом руководителя организации *День охраны труда*.

В программу Дня охраны труда включается помимо мероприятий по проверке состояния условий и охраны труда на рабочих местах, на участках и в цехах проведение совещаний с участием руководителей организации, ее структурных подразделений, главных специалистов, представителей службы охраны труда, профсоюза.

1.11.3. Общественный контроль за охраной труда. Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде, правил и норм по охране труда осуществляют профсоюзы.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2000 г. № 1630 утвержден Порядок осуществления профсоюзами общественного контроля за соблюдением законодательства Республики Беларусь о труде.

Согласно указанному Порядку, представители профсоюза при осуществлении общественного контроля имеют право:

- осуществлять проверки соблюдения законодательства о труде по вопросам заключения, изменения и прекращения трудового договора, рабочего времени и времени отдыха, оплаты труда, гарантий и компенсаций, льгот и преимуществ, охраны труда, выполнения коллективных договоров, соглашений, а также по другим вопросам социально-трудовой сферы в организациях, в которых работают члены данного профсоюза;

- запрашивать и получать от уполномоченных должностных лиц нанимателя, органов государственного управления информацию, сведения о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях, документы, локальные нормативные акты;

- осматривать рабочие места, проводить независимую экспертизу обеспечения здоровых и безопасных условий труда;

- принимать участие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- принимать участие в работе комиссий по испытаниям и приемке в эксплуатацию, экспертизе безопасности условий труда проектируемых, строящихся и эксплуатируемых производственных объектов, а также проектируемых и эксплуатируемых механизмов и инструментов, в проведении аттестации рабочих мест по условиям труда;

- требовать от нанимателя немедленного устранения нарушений по охране труда, угрожающих жизни и здоровью работников, а в случаях непосредственной угрозы их жизни и здоровью приостановления работ до принятия решения соответствующими органами государственного управления;

- выдавать представления об устранении выявленных нарушений по охране труда;

- обращаться в органы государственного надзора и контроля для принятия необходимых мер по выявленным профсоюзом нарушениям;

- подавать в суд по просьбе своих членов иски в защиту их трудовых и социально-экономических прав;

- ходатайствовать перед соответствующими органами о привлечении к ответственности лиц, виновных в нарушении законодательства о труде;

- на другие действия, предусмотренные законодательством, коллективными договорами, соглашениями.

В случае выявления в ходе проверки нарушений представители профсоюза вправе требовать их устранения, указав выявленные нарушения в *представлении*, которое вручается нанимателю, собственнику или уполномоченному им органу управления и обязательно для исполнения ими. При необходимости представление направляется в органы государственного надзора и контроля.

Наниматель, собственник или уполномоченный им орган управления обязаны рассмотреть представление представителя профсоюза об устранении нарушений и в месячный срок со дня его получения письменно уведомить профсоюз о результатах этого рассмотрения.

Представление о допущенных нарушениях при прекращении трудового договора с работником – членом профсоюза должно быть рассмотрено в 5-дневный срок со дня его получения.

При осуществлении общественного контроля профсоюзы взаимодействуют с органами государственного надзора и контроля. Координация деятельности осуществляется соответствующим республиканским органом государственного управления.

Органы государственного надзора и контроля при необходимости извещают профсоюз, действующий у нанимателя, о проведении плановой проверки не позже чем за 7 дней до ее начала. Представители профсоюза при участии в проверках, проводимых органами государственного надзора и контроля, вправе излагать свое мнение в составляемых при этом документах.

1.12. Ответственность за нарушения законодательства об охране труда

В соответствии со ст. 198 ТК за нарушения трудовой дисциплины, в том числе норм по охране труда, наниматель может применять следующие *дисциплинарные взыскания*: замечание, выговор, увольнение.

Право выбора меры дисциплинарного взыскания принадлежит нанимателю. При выборе меры дисциплинарного взыскания должны учитываться тяжесть дисциплинарного проступка, обстоятельства, при которых он совершен, предшествующая работа и поведение работника на производстве.

К работникам, совершившим дисциплинарный проступок, независимо от применения мер дисциплинарного взыскания могут применяться: лишение премий, изменение времени предоставления трудового отпуска в др. Виды и порядок применения этих мер определяются правилами внутреннего трудового распорядка, коллективным договором, соглашением, иными локальными нормативными правовыми актами.

Работник может быть привлечен к *материальной ответственности* (ст. 400 ТК) за ущерб, причиненный нанимателю виновными действиями или бездействием при исполнении трудовых обязанностей.

Согласно ст. 465 ТК юридические и физические лица, виновные в нарушении законодательства о труде, несут дисциплинарную, административную, уголовную и иную ответственность в соответствии с законодательством.

Административная ответственность заключается в наложении штрафов на должностных лиц, виновных в нарушении трудового законодательства, в том числе и по охране труда (ст. 9.14–9.20 и 16.8 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях). К административной ответственности привлекают государственные органы надзора и контроля.

Например, в ст. 9.17 записано, что нарушение правил техники безопасности, промышленной санитарии или иных правил по охране труда нанимателем, лицом, ответственным за их соблюдение, влечет наложение штрафа в размере от двадцати до пятидесяти базовых величин, а на юридическое лицо – до трехсот базовых величин. То же деяние, совершенное повторно в течение года после наложения взыскания, влечет наложение штрафа в размере от тридцати до пятидесяти базовых величин, а на юридическое лицо – до четырехсот базовых величин.

Уголовная ответственность за нарушение правил и норм охраны труда предусмотрена Уголовным Кодексом Республики Беларусь (ст. 302–308). Мера наказания определяет суд.

Например, согласно ст. 306, при нарушении правил техники безопасности, промышленной санитарии или иных правил охраны труда, повлекшем по неосторожности профессиональное заболевание либо причинение тяжкого телесного повреждения, должностное лицо, ответственное за их выполнение, наказывается 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.

Нарушение правил охраны труда, повлекшее по неосторожности смерть человека либо причинение тяжкого телесного повреждения двум или более лицам, наказывается 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.

Нарушение правил охраны труда, повлекшее по неосторожности смерть двух и более лиц, наказывается лишением свободы на срок от трех до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения.

Наниматели несут ответственность за вред, причиненный работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им своих трудовых обязанностей, происшедшими по вине нанимателя как на территории нанимателя, так и за ее пределами, а также во время следования работника к месту работы или с работы на транспорте, представленном нанимателем.

Трудовое увечье считается наступившим по вине нанимателя, если оно произошло вследствие не обеспечения им здоровых и безопасных условий труда.

Доказательством ответственности нанимателя за причиненный вред и его вины могут служить: акт о несчастном случае на производстве; приговор, решение суда, постановление прокурора, органа дознания или предварительного следствия; заключение органов государственного надзора и контроля о причине повреждения здоровья; решение о наложении административного или дисциплинарного взыскания на должностных лиц; медицинское заключение о профессиональном заболевании; показания свидетелей, а также другие документы.

Вред, причиненный жизни и здоровью работника при исполнении им своих трудовых обязанностей по вине сторонних лиц (физических и юридических), возмещается нанимателем с последующим регрессом к виновному лицу в порядке, предусмотренном законодательством.

Если грубая неосторожность потерпевшего содействовала возникновению или увеличению вреда, то размер возмещения уменьшается соответственно степени вины потерпевшего, но не более чем на 25% (*смешанная ответственность*). Решение нанимателя об определении степени вины потерпевшего при его грубой неосторожности может быть обжаловано в суде.

Смешанная ответственность не применяется при временном переводе на другую работу, компенсации дополнительных расходов по возмещению ущерба, выплате единовременного пособия, а также при возмещении вреда в связи со смертью кормильца.

Работникам, временно переведенным на нижеоплачиваемую работу в связи с трудовым увечьем, наниматели, ответственные за повреждение здоровья, выплачивают разницу между прежним заработком и заработком на новой работе. Выплата производится до восстановления трудоспособности или установления длительной либо постоянной утраты профессиональной трудоспособности.

Заключение о необходимости перевода на другую работу, его продолжительности (в пределах одного года) и характере рекомендуемой работы выдается организацией здравоохранения.

Размер утраченного заработка определяется в процентах к откорректированному заработку потерпевшего, соответствующих степени утраты им трудоспособности.

Возмещению подлежат также дополнительные расходы, вызванные повреждением здоровья, в том числе расходы на лечение, дополнительное питание, приобретение лекарств, протезирование, посторонний уход, санаторно-курортное лечение потерпевшего и содержание в санатории сопровождающего его лица, включая оплату их проезда к месту лечения и обратно, транспортное обслуживание, приобретение специальных транспортных средств, подготовку к другой профессии и т. п., если установлено, что потерпевший нуждается в этих видах помощи и ухода.

Потерпевшему, нуждающемуся в нескольких видах помощи, возмещаются расходы, связанные с получением каждого вида помощи.

Возмещение вреда производится в течение срока, на который установлена утрата трудоспособности в связи с трудовым увечьем,

а дополнительных расходов – в течение срока, на который определена нуждаемость в них.

Наниматель с согласия потерпевшего обязан обеспечить за свой счет обучение его новой профессии в соответствии с заключением ВКК организации здравоохранения или МРЭК, если вследствие трудового увечья он не может выполнять прежнюю работу.

За время обучения новой профессии потерпевшему выплачивается среднемесячный заработок по прежней работе. Выплата сумм возмещения вреда производится на общих основаниях.

Наниматель обязан возместить потерпевшему, получившему трудовое увечье, моральный вред (физические и нравственные страдания).

Моральный вред возмещается в денежной или иной материальной форме независимо от подлежащих возмещению других видов вреда, и его размер определяется по соглашению между нанимателем и потерпевшим или судом.

В случае смерти потерпевшего право на возмещение вреда имеют: нетрудоспособные лица, состоявшие на иждивении умершего; ребенок умершего, родившийся после его смерти; один из родителей или другой член семьи независимо от его трудоспособности, который не работает и занят уходом за детьми, находившимися на иждивении умершего; лица, состоявшие на иждивении и ставшие нетрудоспособными в течение пяти лет после его смерти и др.

Вред возмещается: несовершеннолетним – до достижения 18 лет; учащимся и студентам старше 18 лет – до окончания обучения на дневных отделениях учебных заведений, но не более, чем до 23 лет; женщинам старше 55 лет и мужчинам старше 60 – пожизненно; инвалидам – на срок инвалидности; одному из родителей либо другому члену семьи, занятому уходом за детьми умершего – до достижения ими 14 лет.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

В процессе трудовой деятельности человека осуществляется взаимодействие производственной среды и организма. Человек изменяет, приспособливает производственную среду к своим потребностям, производственная же среда оказывает на работающих то или иное воздействие. Воздействие производственной среды на организм обуславливается: особенностями технологического процесса и его аппаратного оформления (степень автоматизации и механизации производственных процессов; применение или отсутствие дистанционного управления ими; герметичность оборудования и т. п.); характером трудового процесса (организация труда, рабочая поза, степень нервно-эмоционального и мышечного напряжения и др.); санитарными условиями труда (микроклимат производственных помещений, различного характера и интенсивности излучения, загрязнение воздуха пылью и газами, наличие шума, вибрации, ультразвука и т. д.).

При определенных условиях эти факторы производственной среды могут порознь или в сочетании оказывать неблагоприятное влияние на организм работающих.

В соответствии с ГОСТ 12.0.002–2003 ССБТ «Термины и определения» *производственная санитария* – система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий и технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих недопустимого риска.

В комплекс вопросов, решаемых в рамках производственной санитарии и гигиены труда, входят:

- обеспечение параметров микроклимата на рабочих местах;
- обеспечение санитарно-гигиенических требований к воздуху рабочей зоны;
- обеспечения нормативной естественной и искусственной освещенности;
- защита от шума и вибрации на рабочих местах;
- защита от производственных излучений и электромагнитных полей;
- обеспечение спецпитанием, защитными пастами и мазями, спецодеждой и спецобувью, средствами индивидуальной защиты (противогазы, респираторы и т. п.);
- обеспечение согласно нормам санитарно-бытовыми помещениями и др.

2.1. Производственный микроклимат

Для характеристики условий труда важное значение имеет **производственный микроклимат** – комплекс значений физических характеристик метеорологических факторов в ограниченном пространстве производственного помещения. К метеорологическим факторам относятся температура воздуха, его влажность, скорость движения, а также тепловое излучение от нагретых поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и изделий.

2.1.1. Метеорологические условия производственной среды и их влияние на работающих. Метеорологические факторы, как каждый в отдельности, так и в различных сочетаниях, оказывают существенное влияние на функциональную деятельность человеческого организма, его самочувствие и здоровье. Для производственных условий в большинстве случаев характерно суммарное действие метеорологических факторов. Такое действие может быть или антагонистическим, когда воздействие одного или нескольких факторов ослабляется или даже полностью уничтожается другими, или же синергическим, когда воздействие неблагоприятных факторов усиливают друг друга. Например, увеличение скорости движения воздуха ослабляет неблагоприятное действие высокой температуры и усиливает действие низкой; повышение влажности воздуха усугубляет действие высокой и низкой температур. Следовательно, в одних случаях сочетание метеорологических факторов создает благоприятные условия для нормального протекания жизненных функций организма, а в других – неблагоприятные. Это может привести к нарушению терморегуляции организма.

Терморегуляция – совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание температуры тела в пределах 36–37°C.

Тепловой обмен человеческого организма с окружающей средой заключается во взаимосвязи между образованием тепла (термогенезом) в результате жизнедеятельности организма и отдачей или получением им тепла из внешней среды (термолизом).

Количество выделяемого тепла зависит от деятельности организма, от выполняемой им работы. В состоянии покоя организм человека вырабатывает в сутки примерно 5800–7100 кДж, при легкой работе 9600–11700 кДж, при работе средней тяжести 13800–15900 кДж, при тяжелой работе свыше 15900 кДж тепла.

Образующееся в организме тепло благодаря теплопроводности тканей, а главным образом конвекцией с потоком крови, подводится к кожному покрову, где и происходит отдача тепла в окружающую среду.

Отдача тепла организмом осуществляется в основном тремя путями: конвекцией, излучением и испарением пота.

Под *конвекцией* понимается непосредственная отдача тепла с поверхности человеческого тела менее нагретым притекающим к нему слоям воздуха.

Интенсивность теплоотдачи конвекцией пропорциональна площади обтекаемой воздухом поверхности тела, разности температуры тела и окружающей среды, скорости движения воздуха. В состоянии покоя в комфортных метеорологических условиях она составляет 14–33% общей теплоотдачи.

Отдача тепла *излучением* происходит в направлении поверхностей с более низкой, чем у человеческого тела, температурой. Чем выше температура источников тепловыделения, тем больше отдача тепла излучением, причем теплоотдача излучением не зависит от скорости движения воздуха: воздух для инфракрасного излучения теплопрозрачен.

В производственных условиях передача тепла инфракрасным излучением (ИК-излучением) является одним из наиболее мощных путей теплообмена человека с окружающей средой. Она составляет в состоянии покоя в комфортных метеорологических условиях 44–59% общей теплоотдачи. Излучение тела человека находится в диапазоне длин волн от 5 до 25 мкм с максимальной энергией, приходящейся на 9,4 мкм.

Важное значение в теплообмене между работающим и окружающей средой имеет отдача тепла *испарением влаги с поверхности тела* человека. Чем ниже влажность окружающего воздуха, тем выше теплоотдача этим путем. На долю испарения в состоянии покоя в комфортных метеорологических условиях приходится 22–29% всей теплоотдачи человека.

Наконец, на характер и величину теплообмена путем теплоотдачи с поверхности человеческого тела влияет подвижность воздуха. Подвижный воздух благоприятствует отдаче тепла конвекцией вновь притекающим слоям воздуха более низкой температуры, ускорению испарения влаги с поверхности тела.

В нормальных метеорологических условиях соблюдается тепловой баланс между приходом и расходом тепла.

При неблагоприятном сочетании параметров микроклимата человеческий организм отвечает на всякое воздействие, нарушающее тепловой баланс, физиологическими приспособительными реакциями, направленными на компенсацию неблагоприятных внешних воздействий, т. е. включением механизма терморегуляции.

Терморегуляция организма является одним из наиболее важных физиологических механизмов, с помощью которых (до известных пределов) поддерживается относительное динамическое постоянство функций организма при различных метеорологических условиях и разной тяжести выполняемой работы.

При разных метеорологических условиях в организме человека возникают определенные изменения функций ряда систем и органов, принимающих участие в терморегуляции, в системе кровообращения, нервной и потоотделительной системах.

При повышенной температуре окружающей среды механизм теплоотдачи связан с расширением периферических кровеносных сосудов, понижением теплопродукции, усилением потоотделения. В этих условиях у человека происходят изменения важнейших видов обмена веществ.

Значительное потоотделение приводит к резкому нарушению водно-солевого обмена. Вместе с потом организм выделяет большое количество солей, главным образом хлористого натрия (до 20–60 г за сутки). Выведение большого количества хлористого натрия снижает способность крови удерживать воду, поэтому из организма выводится больше воды, чем ее введено (до 5–8 л за смену), и вместе с ней удаляются хлористые натрий, калий, кальций. Таким образом, в организме создается отрицательный водный и солевой баланс.

Нарушение водного обмена приводит также к значительным изменениям белкового обмена. Возрастает распад белка тканей и выделение общего азота, повышается содержание в крови молочной кислоты, остаточного азота, мочевины.

Вместе с потом из организма удаляются витамины, следовательно, нарушается витаминный обмен.

В связи с чрезмерной потерей воды и солей наблюдается сгущение крови, повышение ее вязкости. Повышение вязкости крови, усиленное потоотделение и прилив крови к кожным покровам вызывают напряжение в деятельности сердечно-сосудистой системы: учащается пульс (до 100 ударов в минуту даже в состоянии покоя), резко замедляется восстановление исходной частоты пульса после прекращения работы, повышается артериальное давление.

Наиболее выраженной реакцией на холод является сужение сосудов мышц и кожи. Сужение сосудов пальцев рук и ног, кожи носа, лица чередуется с реактивным расширением их. Эти рефлекторные чередования сужения и расширения сосудов обеспечивают ток крови, необходимый для уменьшения теплоотдачи.

В период охлаждения происходит урежение пульса, снижается артериальное давление, заметно увеличивается объем дыхания.

Значительные изменения в связи с охлаждением претерпевает углеводный обмен: повышается гликогенолиз и понижается способность тканей удерживать углеводы.

Охлаждение вызывает нарушение рефлекторной деятельности, ослабление и даже полное исчезновение рефлексов, снижение тактильной и других видов чувствительности.

При смене теплового и холодного воздействия особенно важное значение в реакции организма приобретает его состояние, вызванное предшествующим нагреванием или охлаждением. При этом основное значение имеет не сама по себе величина перепада температур, а температура, при которой образовалось первоначальное состояние организма. Так, при достаточно интенсивном охлаждении обычно наблюдается повышение потребления кислорода.

При охлаждении же непосредственно после длительного пребывания в условиях высокой температуры терморегуляторная деятельность снижена. Потребление кислорода удерживается на уровне, установившемся во время нагревания, а к концу охлаждения оно даже ниже, чем в исходном состоянии. Снижается в этих условиях и легочная вентиляция.

Недостаточная подвижность воздуха создает у человека тягостное ощущение духоты. Даже малая скорость потока воздуха, недостаточная для обеспечения существенных изменений метеорологических условий на рабочем месте, при действии на открытую поверхность кожи оказывается часто физиологически достаточной для нормализации функций организма, нарушенных вследствие предшествовавшего теплового воздействия. Это связано с тем, что, возбуждая термо- и механорецепторы кожи, воздушный поток вызывает изменение ряда функций организма, в том числе те из них, путем которых осуществляется терморегуляция. Наряду с этим известно, что создание большой скорости движения воздуха (более 2 м/с) не дает сколько-нибудь заметного усиления терморегуляторной функции организма.

С гигиенической точки зрения важной особенностью воздействия **инфракрасного излучения** (ИК-излучения) на организм является способность этих лучей проникать на разную глубину и поглощаться соответствующими тканями. В соответствии с особенностями физиологического воздействия выделяются три области ИК-излучения: ИК-А с длиной волны электромагнитного излучения от 0,73 до 1,4 мкм; ИК-В с длиной волны более 1,4 мкм до 3,0 мкм и ИК-С с длиной волны более 3,0 мкм до 1 мм.

ИК-лучи длинного диапазона (6–14 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи в значительной мере уже на глубине 0,1–0,2 мм. Наоборот, короткие ИК-лучи (0,76–1,4 мкм) проникают в ткани человеческого тела на несколько сантиметров. Они легко проникают, в частности, через кожу головы, черепную коробку в мозговые оболочки, мозговую ткань и могут воздействовать на различные клеточные образования головного мозга. Детально изучено проникание ИК-излучения в глазных средах. Максимум излучения, достигавшего роговицы, приходится на лучи с длиной волны 1,5–1,7 мкм, а излучения, достигающего хрусталика, – около 1,3 мкм.

Таким образом, ИК-излучение оказывает общее и местное воздействие на организм. Общая реакция на облучение проявляется в повышении температуры кожи не только на облучаемой поверхности, но и рефлекторно на отдаленных от места облучения участках. Чем мощнее излучение, тем быстрее наступает максимум температуры на облучаемом участке кожи. При одной и той же интенсивности излучения температура кожи повышается тем меньше, чем короче длина волны.

При облучении коротковолновыми ИК-лучами, проникающими в глуболежащие ткани, наблюдается повышение температуры легких, головного мозга, почек, мышц и других органов.

Под влиянием ИК-излучения могут наблюдаться и специфические изменения в коже, крови, спинномозговой жидкости (появляются специфические биологически активные вещества), наблюдаются сдвиги в обменных процессах (увеличивается, например, содержание азота в крови), изменяется функциональное состояние центральной нервной системы, выраженное в развитии тормозных процессов. Под действием инфракрасной радиации возникают специфические сосудистые реакции: коротковолновые лучи вызывают расширение сосудов, длинноволновые – сужение.

Стойкое нарушение терморегуляции вследствие систематического перегревания или переохлаждения организма обуславливает возникновение ряда заболеваний.

В условиях высокой температуры окружающей среды происходит перегрев организма. В производственных условиях это является следствием интенсивной мышечной деятельности.

Картину перегревания характеризуют следующие симптомы: резкое повышение температуры тела (до 40–41°C), учащение пульса в 2–2,6 раза, обильное потоотделение, мышечная слабость, жалобы на неприятное ощущение жара, сердцебиение, жажду, головную боль. Уже в начальный период нарушения терморегуляции наблюдается расстройство координации движения. В дальнейшем появляется тошнота, мелькание в глазах, сильная головная боль, головокружение, иногда неясное сознание. Описанная форма патологического нарушения терморегуляции носит название *тепловой гипертермии*, или *перегрева*.

Тяжелая форма перегрева – *тепловой удар*, при котором температура тела повышается до 40–42°C, наблюдается потеря сознания человека из-за резкого расширения сосудов (коллапс), подергивание в мышцах, галлюцинации.

Первая помощь пострадавшим от перегрева должна быть направлена на создание условий, обеспечивающих быстрое восстановление нарушенных функций: покой при более низкой температуре окружающей среды, прохладные водные процедуры, обильное питье.

Другая форма перегревания организма характеризуется нарушением водно-солевого обмена и известна под названием *судорожной болезни*.

Температура тела при судорожной болезни в отличие от тепловой гипертермии повышается незначительно. На первый план выступают жалобы на болезненные судороги в мышцах, которые далее сменяются судорогами тонического характера. Изменения в деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем в основном те же, что и при тепловой гипертермии.

При появлении признаков судорожной болезни нужно немедленно ввести внутривенно или подкожно физиологический раствор хлористого натрия, глюкозу. В течение нескольких дней (до 3–5), до полного восстановления водно-солевого обмена, заболевший госпитализируется.

Нарушения терморегуляции человеческого организма при холодном воздействии могут привести к развитию таких заболеваний, как обморожение, ознобление и ангионевроз.

Обморожение бывает трех степеней: I степень сопровождается побелением кожи из-за резкого спазма сосудов, которое затем переходит в синюшно-красный отек; II степень обморожения возникает при

дальнейшем холодом воздействием и характеризуется появлением на охлажденных участках кожи пузырей; III степень – некроз, т. е. омертвление участков кожи, при котором теряется их чувствительность, а при наличии инфекции на месте омертвевших участков кожи могут возникнуть очаги гангрены.

В связи с охлаждением часто возникают сосудистые расстройства капилляров и мелких артерий в виде *озноблений* пальцев рук и ног, кончиков ушей. Проявляются они в виде припухлости с синеватым оттенком кожи с ощущением зуда и жжения на припухлых местах. При хроническом озноблении характерны рецидивы этого заболевания даже при незначительном холодом воздействии.

Ангионевроз – это заболевание, связанное с нарушением нервной регуляции (иннервация) сосудов кожи. Различают несколько стадий данного заболевания. В начальных стадиях нарушение иннервации сосудов быстро исчезает при создании человеку нормальных температурных условий. Крайней стадией ангионевроза является воспаление внутренней стенки сосудов. В следствие нарушения нервной регуляции сосудов ткани участков кожи, подверженных холодом воздействию или даже без такового, получают недостаточное количество крови, в результате чего возникают воспалительные процессы, развиваются язвы, которые практически не поддаются лечению.

При постоянном воздействии низких температур на организм человека ослабляется его иммунитет к другим заболеваниям. Широко распространены вызываемые охлаждением заболевания периферической нервной системы (пояснично-крестцовый радикулит, невралгия лицевого, седалищного нервов, обострения суставного и мышечного ревматизма и др.), а также заболевания мышечной системы и инфекционное воспаление слизистых оболочек дыхательных путей.

Инфракрасное излучение, помимо усиления теплового воздействия среды на организм работающего, обладает и специфическим влиянием в силу своих физических свойств.

При интенсивном воздействии ИК-лучей коротковолнового диапазона на мозговую ткань может произойти *солнечный удар*. Напоминающая по своей клинической картине тепловой удар, солнечный удар в то же время существенно отличается от теплового тяжелым поражением мозговых оболочек и мозговых тканей. В отличие от теплового удара температура тела при солнечном ударе не повышается. Другие функциональные нарушения, выраженные в виде головной боли, головокружения, учащения пульса, ускорения дыхания, вплоть до

затемнения и потери сознания характерны как для теплового, так и солнечного удара.

При первых проявлениях солнечного удара больного следует перенести в прохладное место, применить холодные компрессы на голову, вливать физиологический раствор. При падении сердечной деятельности, расстройствах дыхания показаны возбуждающие средства.

При воздействии на органы зрения ИК-лучей с длиной волны преимущественно от 0,76 до 2,4 мкм возможно возникновение так называемой инфракрасной катаракты. Это заболевание связано с помутнением хрусталика, являющегося биологической линзой глаза. Происходит необратимое перерождение хрусталика (он покрывается рубцовой тканью), в результате чего хрусталик теряет способность фокусировать лучи света на сетчатке глаза.

2.1.2. Нормирование параметров микроклимата. Основной принцип нормирования метеорологических условий на производстве сводится к обеспечению таких значений параметров микроклимата, при которых поддерживалось бы устойчивое тепловое состояние организма в течение длительного времени без образования патологических изменений в нем.

Регламентируемые величины параметров производственного микроклимата установлены СанПиН 9-80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь № 12 от 25 марта 1999 г. Указанные нормы включают оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне с учетом тяжести выполняемой человеком работы, избытков явного тепла в помещении и сезонов года.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах

управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, технически и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Согласно действующим санитарным нормам, параметры микроклимата должны устанавливаться с учетом категорий работ на основе интенсивности энерготрат организма:

- *категория I – легкие физические работы* – виды деятельности с энерготратами до 150 ккал/ч (174 Вт). К *категории Ia* относятся работы, выполняемые в основном сидя и сопровождаемые незначительным физическим напряжением (энерготраты до 120 ккал/час или до 139 Вт). К *категории Ib* – работы, выполняемые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождаемые некоторым физическим напряжением (энерготраты 121–150 ккал/час или 140–174 Вт);

- *категория II – физические работы средней тяжести* – работы, охватывающие виды деятельности, при которых расход энергии составляет 151–250 ккал/час (175–290 Вт). К *категории IIa* относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (энерготраты 151–200 ккал/час или 175–232 Вт). К *категории IIб* относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (энерготраты 201–250 ккал/час или 232–290 Вт);

- *категория III – тяжелые физические работы* – работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (энерготраты более 250 ккал/час или более 290 Вт).

Характеристику производственных помещений по категории выполняемых работ в зависимости от затраты энергии устанавливают

исходя из категории работ, выполняемых 50% и более работающих в соответствующем помещении.

СанПиН 9-80 РБ 98 учитываются сезоны года: *теплый* (среднесуточная температура наружного воздуха +10°C и выше) и *холодный* (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10°C).

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 2.1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 2.1

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая Ia	22–24	21–25	40–60	0,1
	Легкая Ib	21–23	20–24	40–60	0,1
	Средней тяжести IIa	19–21	18–22	40–60	0,2
	Средней тяжести IIб	17–19	16–20	40–60	0,2
	Тяжелая III	16–18	15–19	40–60	0,3
Теплый	Легкая Ia	23–25	22–26	40–60	0,1
	Легкая Ib	22–24	21–25	40–60	0,1
	Средней тяжести IIa	20–22	19–23	40–60	0,2
	Средней тяжести IIб	19–21	18–22	40–60	0,2
	Тяжелая III	18–20	17–21	40–60	0,3

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.2 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Интенсивность теплового облучения человека регламентируется исходя из субъективного ощущения человеком энергии облучения.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.3.

Таблица 2.2

**Допустимые величины показателей микроклимата
на рабочих местах производственных помещений**

Период года	Категория работ по уровню энерготрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин
Холодный	Легкая Ia	20–21,9	24,1–25	19–26	15–75	0,1	0,1
	Легкая Ib	19–20,9	23,1–24	18–25	15–75	0,1	0,2
	Средней тяжести Pa	17–18,9	21,1–23	16–24	15–75	0,1	0,4
	Средней тяжести Pb	15–16,9	19,1–22	14–23	15–75	0,2	0,3
	Тяжелая III	13–15,9	18,1–21	12–22	15–75	0,2	0,4
Теплый	Легкая Ia	21–22,9	25,1–28	20–29	15–75*	0,1	0,2
	Легкая Ib	20–21,9	24,1–28	19–29	15–75*	0,1	0,3
	Средней тяжести Pa	18–19,9	22,1–27	17–28	15–75*	0,1	0,4
	Средней тяжести Pb	16–18,9	21,1–27	15–28	15–75*	0,2	0,5
	Тяжелая III	15–17,9	20,1–26	14–27	15–75*	0,2	0,5

* При температуре воздуха на рабочих местах 25°С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы: 70% – при температуре воздуха 25°С; 65% – при температуре воздуха 26°С; 60% – при температуре воздуха 27°С; 55% – при температуре воздуха 28°С.

Таблица 2.3

**Допустимые величины показателей микроклимата
на рабочих местах производственных помещений**

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25–50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать вне зависимости от категории работ следующих величин: 25°С – при категории работ Ia; 24°С – при категории работ Ib; 22°С – при категории работ IIa; 21°С – при категории работ IIб; 20°С – при категории работ III.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия (например, системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

Для регламентации времени работы в пределах рабочей смены в условиях микроклимата с температурой воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин рекомендуется руководствоваться табл. 2.4 и 2.5.

Таблица 2.4

**Время пребывания на рабочих местах
при температуре воздуха выше допустимых величин**

Температура воздуха на рабочем месте, °С	При температуре выше допустимых норм, не более, при категории работ, ч		
	Iа-Iб	IIа-IIб	III
32,5	1	–	–
32,0	2	–	–
31,5	2,5	1	–
31,0	3	2	–
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	–	7	5,5
27,0	–	8	6
26,5	–	–	7
26,0	–	–	8

Таблица 2.5

**Время пребывания на рабочих местах
при температуре воздуха ниже допустимых величин**

Температура воздуха на рабочем месте, °С	При температуре ниже допустимых норм, не более, при категории работ, ч				
	Iа	Iб	IIа	IIб	III
6	–	–	–	–	1
7	–	–	–	–	2
8	–	–	–	1	3
9	–	–	–	2	4
10	–	–	1	3	5
11	–	–	2	4	6
12	–	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	–
15	3	4	6	8	–
16	4	5	7	–	–
17	5	6	8	–	–
18	6	7	–	–	–
19	7	8	–	–	–
20	8	–	–	–	–

Отдельно в СанПиН 9-80 РБ 98 нормируется *температура наружных поверхностей технологического оборудования*, ограждающих устройств, с которыми работник соприкасается в процессе трудовой деятельности, и она не должна превышать 45°C. Контроль этого регламента обеспечивает травмобезопасность труда работников, что предупреждает возможные ожоги, дискомфортные явления.

2.1.3. Мероприятия по нормализации метеорологических условий на производстве. Для обеспечения нормальных метеорологических условий и поддержания теплового равновесия между телом человека и окружающей средой на промышленных предприятиях проводится ряд мероприятий, основными из которых являются следующие:

- механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ, выполнение которых сопровождается избыточным теплообразованием в организме человека;
- дистанционное управление ходом технологического процесса, которое позволяет вынести рабочее место из зоны с неблагоприятными метеорологическими условиями в зону с нормальным микроклиматом;
- рациональное размещение и теплоизоляция оборудования, коммуникаций и других источников, излучающих на рабочие места конвекционное и лучистое тепло;
- устройство защитных экранов, водяных и воздушных завес, защищающих рабочие места от теплового облучения, а также применение водовоздушного или воздушного душирования;
- устройство в горячих цехах специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха с подачей в них кондиционированного воздуха;
- для предупреждения работающих от переохлаждения и простудных заболеваний у входа в цех устраивают тамбуры или создают тепловые воздушные завесы, которые предотвращают поступление наружного воздуха в холодное время года в рабочую зону помещения;
- источники интенсивного влаговыделения снабжают местными отсосами;
- организация рационального водно-солевого режима с целью профилактики перегревов. Для этого к питьевой воде добавляют небольшое количество (до 0,5%) поваренной соли (иногда вместе с витаминами) и сатурируют ее углекислым газом. Питье подсолненной воды в условиях больших влагопотерь организма (более 3,5 л за смену) позволяет поддерживать водно-солевой баланс в организме, хорошо утоляет жажду, уменьшает потерю человека в весе при работе;

- при больших тепловых нагрузках существенное значение имеет специально выработанный режим труда и отдыха, что способствует восстановлению сдвигов в сердечно-сосудистой системе и облегчению терморегуляции организма;
- в значительной мере защищает от перегревания рационально созданная спецодежда, которая должна быть воздухо- и влагопроницаемой и отражать инфракрасную радиацию.

2.2. Химические факторы производственной среды

2.2.1. Классификация вредных веществ. На любом производстве обращается большое количество разнообразных химических веществ, являющихся в той или иной мере вредными веществами.

Вредные вещества – вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Согласно ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- 1-й класс – вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й класс – вещества высокоопасные;
- 3-й класс – вещества умеренно опасные;
- 4-й класс – вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в табл. 2.6.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Средняя смертельная доза при введении в желудок – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном введении в желудок.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном нанесении на кожу.

Таблица 2.6

Распределение вредных веществ по классам опасности

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация (ПДК) 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	5001–50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	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

Примечание. Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Средняя смертельная концентрация в воздухе – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при 2-4-часовом ингаляционном воздействии.

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°С к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

Зона острого действия – отношение средней смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

Зона хронического действия – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 ч, пять раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев.

2.2.2. Пути проникновения и характер воздействия вредных веществ на организм человека. Вредные вещества могут поступать в организм человека тремя путями: *через легкие, желудочно-кишечный тракт и неповрежденный кожный покров*. Через дыхательные пути вредные вещества проникают в организм в виде паров, газов и пыли; через желудочно-кишечный тракт – чаще всего с загрязненных рук, но также и вследствие заглатывания пыли, паров, газов; через кожу проникают органические химические вещества преимущественно жидкой, маслянистой и тестообразной консистенции.

С биологической точки зрения весьма важно знать возможные пути проникновения вредных веществ в организм. От этого зависит эффект их воздействия.

Наиболее опасным путем попадания вредных веществ в организм являются органы дыхания. Поверхность легочных альвеол при среднем их растяжении равна 90–100 м², толщина же альвеолярных мембран колеблется в пределах 0,004–0,01 мм, поэтому в легких создаются благоприятные условия для проникания газов, паров и пыли в кровь без каких-либо химических превращения под действием защитных реакций организма.

Через неповрежденный кожный покров могут проникать химические вещества, которые хорошо растворяются в жирах (углеводороды ароматического и жирного ряда, их производные, металлоорганические соединения и др.).

Количество вредных веществ, которое может проникнуть через кожу, находится в прямой зависимости от их растворимости, величины поверхности соприкосновения с кожей и скорости кровотока.

Проникновение через кожу – менее опасный путь отравления организма, поскольку всасывание вещества через кожу идет достаточно медленно, а, кроме того, кровь, в которую попали эти вещества, вначале проходит печень, а затем уже направляется к жизненно важным органам, т. е. таким образом частично вредные вещества могут быть выведены из организма.

В производственных условиях поступление вредных веществ в организм через желудочно-кишечный тракт наблюдается сравнительно редко. В желудочно-кишечном тракте по сравнению с легкими условия всасывания веществ затруднены. Это объясняется тем, что, во-первых, желудочно-кишечный тракт имеет относительно небольшую поверхность; во-вторых, кислая среда желудочного сока может изменить химические вещества, превратив их

в менее токсичные; в-третьих, вещества, всосавшиеся в кровь, проходят вначале через печень, где частично могут задерживаться и выводиться из организма.

В практической работе знание путей поступления вредных веществ в организм определяет меры профилактики отравления.

По распределению в тканях и прониканию в клетки химические вещества можно разделить на две основные группы: *неэлектролиты* и *электролиты*.

Неэлектролиты, растворяющиеся в жирах и липоидах, способны в большом количестве и достаточно быстро проникать в клетку, а потому наиболее опасны для человека.

Распределение неэлектролитов в организме определяется в основном условиями кровоснабжения органов и тканей. Органы и ткани, имеющие богатую кровеносную систему (мозг, например), насыщаются неэлектролитами быстрее всего. Однако при прекращении поступления их в организм эти органы и ткани быстрее всего освобождаются от токсических веществ. В конечном счете неэлектролиты после прекращения поступления их в организм распределяются во всех тканях равномерно.

Способность электролитов проникать в клетку резко ограничена и зависит от заряда поверхностного слоя клетки. Если поверхность клетки заряжена отрицательно, она не пропускает анионов, а при положительном заряде она не пропускает катионов.

К особенностям распределения в организме электролитов относятся, прежде всего, их способность быстро удаляться из крови и, накапливаясь в отдельных органах, образовывать в организме «депо». Так, для свинца и фтора «депо» образуется в костях, для ртути – в печени и почках, для марганца – в печени.

Поступившие в организм вредные вещества подвергаются под действием защитных реакций разнообразным превращениям.

Почти все органические и неорганические вещества подвергаются превращениям путем различных химических реакций (окисления, восстановления, гидролиза и т. д.). Не подвергаются превращениям лишь химически инертные вещества, как, например, бензин, выделяющийся из организма в неизменном виде.

Результатом превращения вредных веществ в организме большей частью является их обезвреживание, поскольку вновь образующиеся продукты менее токсичны. Однако имеются исключения из этого общего правила, когда в результате превращений образуются более токсичные вещества. Например, метиловый спирт окисляется в организме

до формальдегида и муравьиной кислоты; метилацетат гидролизуется и расщепляется на метиловый спирт и уксусную кислоту.

Из организма вредные вещества могут выделяться через легкие, почки, желудочно-кишечный тракт, кожу. Через легкие выделяются летучие вещества, не изменяющиеся или медленно изменяющиеся в организме (бензин, бензол, хлороформ, этиловый эфир и др.).

Через почки выделяются хорошо растворимые в воде вещества и продукты их превращения в организме. Плохо растворимые вещества, например, тяжелые металлы – свинец, ртуть, марганец и другие, выделяются через почки медленно.

Через желудочно-кишечный тракт выделяются плохо растворимые или нерастворимые вещества – свинец, ртуть, марганец, сурьма и др.

Через кожу сальными железами выделяются все растворимые в жирах вещества.

Все производственные вредные вещества оказывают общее действие на организм. При этом для ряда токсических веществ характерно преимущественное действие в точке своего приложения (кислоты, щелочи), другие же оказывают резорбтивное воздействие (действие после всасывания в кровь).

Некоторые вещества, кроме общего, оказывают избирательное действие по отношению к тем или иным органам и системам. Окись углерода, например, обладает высоким сродством к гемоглобину, образуя с ним карбоксигемоглобин. Избирательным воздействием на гемоглобин обладают также нитро- и аминопроизводные бензола и его гомологов, образуя метгемоглобин.

Многие производственные яды являются химическими аллергенами, способными вызывать аллергические реакции: дерматит, бронхиальную астму, крапивницу и т. д.

В производственных условиях довольно часто происходит комбинированное действие на организм двух или нескольких веществ одновременно. Возможны три основных типа комбинированного действия химических веществ: *синергизм* – когда одно вещество усиливает действие другого вещества; *антагонизм* – когда одно вещество ослабляет действие другого; *суммация* (аддитивное действие) – когда действие веществ суммируется.

В большинстве случаев производственные яды в сочетании действуют по типу суммации.

Некоторые вещества, попадая в организм человека, могут накапливаться в нем, вызывая развитие опухолей. Такие вещества называются *канцерогены*.

Наиболее распространенными и поэтому представляющими наибольшую опасность считаются химические канцерогенные вещества. Однако при соответствующих условиях (мощность дозы, длительность облучения) возможны заболевания раком кожи от воздействия рентгеновских и γ -лучей.

Таким образом, *по характеру воздействия на организм человека* вредные вещества подразделяются на шесть групп:

- **общетоксические** – вызывающие общее поражение организма (оксид углерода, цианистые соединения, ртуть, свинец, мышьяк и др.);

- **раздражающие** – поражающие поверхность тканей дыхательного тракта и слизистые оболочки (аммиак, хлор, ацетон, оксиды азота и др.);

- **сенсibiliзирующие** – вызывающие повышение реактивной способности организма, его клеток и тканей на внешнее раздражение, проявляющееся в аллергических реакциях организма (формальдегид, растворители и лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.);

- **мутагенные** – воздействующие на генетический аппарат клетки (свинец, радиоактивные вещества и др.);

- **канцерогенные** – вызывающие образование в организме злокачественных опухолей (асбест, никель, окислы хрома и др.);

- **вливающие на репродуктивную функцию организма** (ртуть, марганец, свинец, стирол и др.).

При неправильной с гигиенической точки зрения организации труда и отсутствии специальных мер профилактики вредные вещества могут вызвать профессиональные отравления. По характеру возникновения и течения они делятся на *острые* и *хронические*.

Острые профессиональные отравления возникают за короткий срок, не более одной смены, часто мгновенно, при вдыхании больших концентраций паров или газов.

Хронические отравления происходят при вдыхании малых концентраций ядов в течение длительного времени, при этом симптомы отравления нарастают постепенно. Хронические отравления возникают либо вследствие постепенного накопления в организме самого яда (материальная кумуляция), либо, что бывает чаще, в результате суммирования изменений в организме, вызванных воздействием яда (функциональная кумуляция).

Наконец, производственные яды, помимо острого или хронического отравления, могут оказывать так называемое общее, неспецифическое действие – понижение общей неспецифической сопротивляемости другим вредным воздействиям, в частности инфекциям.

2.2.3. Производственная пыль и ее воздействие на организм человека. Борьба с производственной пылью представляет одну из важнейших задач гигиены труда, так как воздействию пыли может подвергаться большое число работающих.

Производственная пыль классифицируется *по характеру образующих веществ* на следующие группы:

– **органическая пыль:**

- а) растительная (древесная, хлопковая и др.);
- б) животная (шерстяная, костная и др.);
- в) искусственная (пыль пластмасс, резины);

– **неорганическая пыль:**

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

– **смешанная пыль** (пыль, образующаяся при шлифовке металла, при зачистке литья и др.).

Однако такая классификация пыли недостаточна для ее гигиенической оценки. Для этой цели пользуются классификацией пыли *по дисперсности и способу образования* и соответственно различают:

– **аэрозоли дезинтеграций**, получаемые в результате механического измельчения материала в дробилках, мельницах, дезинтеграторах, при бурении и в других аналогичных процессах (собственно пыли);

– **аэрозоли конденсации**, образующиеся благодаря охлаждению паров вещества (дымы).

К собственно пыли относятся аэрозоли дезинтеграции с твердыми частицами независимо от их дисперсности, к **дымам** – аэрозоли конденсации с твердой дисперсной фазой, к **туманам** – все аэрозоли независимо от их происхождения и дисперсности, имеющие жидкую дисперсную фазу.

Характер биологического действия пыли обуславливается главным образом дисперсностью пылевых частиц. С этим фактором связана как длительность пребывания взвешенной пылевой частицы в воздушной среде, так и глубина ее проникновения в дыхательные пути. Однако при оценке влияния пыли на организм определенное значение имеют и ее физико-химическая активность, электростатический заряд и другие свойства.

Известно, что частицы пыли с диаметром более 10 мкм практически не содержатся во взвешенном состоянии в неподвижном воздухе, поскольку скорость их оседания достаточно велика (например, для кварцевой частицы она составляет порядка 8 мм/с). Кроме того, такая пыль практически не проникает глубоко в органы дыхания. Она задерживается в основном в верхних дыхательных путях.

Частицы размером около 6 мкм способны проникать глубже в легкие, но они оседают главным образом в верхних бронхах. Значительная часть задержанной пыли при этом удаляется из органов дыхания при чихании и кашле.

Частицы размером менее 0,1–0,2 мкм наиболее долго могут существовать в виде аэрозоля, а, кроме того, при вдыхании запыленного воздуха проникают в самые малые по размеру бронхи легких. Тем не менее, установлено, что такая пыль мало патогенна. Связано это с тем, что частицы такого размера подвержены броуновскому движению, плохо оседают на внутренних поверхностях бронхов и вновь удаляются из легких при выдохе.

Наибольшую опасность для человека представляют аэрозоли дезинтеграции с размером пылинок до 5 мкм (особенно фракция 1–2 мкм) и аэрозоли конденсации с частицами менее 0,3–0,4 мкм, наиболее глубоко проникающие и задерживающиеся в легких.

В соответствии с современными представлениями форма и консистенция частиц не оказывают решающего значения на возникновение патологических изменений в организме. Однако доказано, что с гигиенической точки зрения весьма важными характеристиками аэрозоля являются:

– электрические свойства пыли. Имеются данные, указывающие на то, что процент задержки в дыхательных путях электрически заряженных пылинок в 2–3 раза больше, чем нейтральных. Знак заряда не является решающим фактором в оценке токсикологии пыли;

– химический состав пыли влияет на ее биологическую активность. Различают *четыре вида биологического воздействия пыли*:

1) фиброгенное воздействие, т. е. свойство пыли вызывать фиброз – разрастание соединительной ткани (рубцовой ткани), которая не обладает свойством обеспечивать диффузий газов из легких в кровеносные сосуды; фиброгенность пыли зависит главным образом от содержания в ней свободной двуокиси кремния;

2) аллергенное воздействие, т. е. свойство пыли вызывать у человека повышенную чувствительность к повторному воздействию пыли (например, пыль канифоли, хлопка, соломы, сосны, шерсти и т. д.);

3) токсическое воздействие, т. е. способность некоторых видов пыли (в основном металлов) всасываться в кровь, вызывая общее отравление организма;

4) раздражающее действие – свойство пыли некоторых веществ вызывать раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, которое сопровождается чиханием, кашлем, местными воспалительными процессами.

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

Не вся пыль, попадающая в дыхательные пути, достигает легких: часть ее задерживается в верхних дыхательных путях, в первую очередь, в полости носа. Волоски слизистой оболочки носа, извилистые ходы, липкая слизь, покрывающая внутреннюю поверхность дыхательных путей, мерцательный эпителий слизистой носа являются отличными механизмами, задерживающими пылевые частицы.

Значительная часть (в среднем 50%) задержанной пыли выделяется при чихании и кашле.

В легких происходит процесс фагоцитоза пылевых частиц. Фагоцитоз является защитной функцией организма и способствует очищению легких от пыли за счет захвата частиц пыли белыми кровяными тельцами (фагоцитами) и выведения их по лимфатическим узлам.

Однако при систематическом воздействии большого количества пыли этих защитных реакций организма становится недостаточно и в организме развиваются патологические изменения.

Пылевая патология является в основном легочной патологией и известна в виде профессионального заболевания – *пневмокониоза*. Однако воздействие промышленной пыли может способствовать также более частому проявлению и более тяжелому течению ряда неспецифических легочных заболеваний.

Пневмокониоз имеет ряд разновидностей, носящих название соответственно вдыхаемой пыли: *силикоз* – при вдыхании кварцевой пыли, *антракоз* – угольной, *асбестоз* – асбестовой, *сидероз* – железной, *амилоз* – мучной и крахмальной пыли и т. д.

Наиболее фиброгенным является кристаллический кремний, менее активен аморфный, но в виде аэрозолей конденсации двуокиси кремния он не менее фиброгенен, чем кристаллический. Поэтому силикоз является наиболее опасной формой пневмокониоза.

Силикоз характеризуется тяжелыми склеротическими изменениями в органах дыхания. Одновременно значительные нарушения происходят в нервной, сердечно-сосудистой и лимфатической системах, в желудочно-кишечном тракте. Следовательно, силикоз является заболеванием всего организма.

В процессе протекания силикоза различают *три стадии*.

Начальная стадия характеризуется неясно выраженной клинической картиной. Человек жалуется на одышку при физических нагрузках, сухой кашель. Установить начало заболевания можно, проведя рентген легких. На рентгенограмме видно усиление легочного рисунка, у корня легкого появляются небольшие склеротические узелки диаметром менее 1 мм, наблюдаются участки затемнения легких, поскольку в лимфатических сосудах скапливаются фагоциты вместе с захваченными ими пылевыми частицами.

На второй стадии заболевания у человека появляется одышка даже при ходьбе. На рентгенограмме легких видны затемнения легких в виде отчетливо проявляющихся склеротических узелков.

На третьей стадии заболевания наблюдается резкая одышка, свидетельствующая о значительной затрудненности работы сердца вследствие развития изменений в легких, наступают признаки недостаточности сердечно-сосудистой системы. Альвеолы легких теряют свои защитные свойства против туберкулезных палочек, поэтому на третьей стадии заболевания пневмокониозом часты осложнения в виде туберкулеза легких. В результате в легких образуются каверны, которые являются причиной кровохарканья. На рентгенограмме легких отчетливо видны крупные узелки рубцовой ткани, каверны. Эта стадия заболевания практически не поддается лечению.

Если пыль не содержит окиси кремния и нетоксична, то в результате ее вдыхания происходит механическое забивание легких пылевыми частицами. При таких формах пневмокониоза болезнь протекает в более легких формах, и со временем, если человек больше не подвергается воздействию пыли, легкие самоочищаются.

По этой причине нормируются различные ПДК пылей в рабочей зоне в зависимости от содержания в них кремнезема. Все пыли по этому признаку делятся на три группы.

1. Пыли с содержанием кремнезема свыше 70% (кварцит, кристобалит и др.) имеют ПДК 1 мг/м^3 .

2. Пыли с содержанием кремнезема от 10 до 70% (гранитная, шалотная, углепородная и др.) должны иметь концентрацию в воздухе рабочей зоны не более 2 мг/м^3 .

3. Пыли с содержанием кремнезема от 2 до 10% (горючие сланцы, глина и др.) имеют ПДК 4 мг/м^3 .

Производственная пыль наряду со специфичным заболеванием – пневмокониозом может вызывать у человека ряд неспецифичных болезней дыхательных путей и других органов, например, заболевания

глаз (конъюнктивит), кожи (асбестовые бородавки, фурункулез, углеватость и т. д.), верхних дыхательных путей (катар верхних дыхательных путей, туберкулез легких, пневмония и т. д.).

2.2.4. Нормирование вредных веществ и контроль их содержания в воздухе рабочей зоны и на каждом покрове. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, приведенным в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 249 от 31 декабря 2008 г.

Санитарные нормы устанавливают величины предельно допустимых концентраций (ПДК), ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов работников вредными веществами.

Предельно допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется на рабочих местах независимо от их расположения – в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах для обеспечения производственного контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия вредных веществ на здоровье работников.

Рабочая зона – пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на котором находятся места постоянного или временного (непостоянного) пребывания работников. На постоянном рабочем месте работник находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 ч непрерывно); при выполнении работ в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Фактическая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК устанавливаются в виде максимально разовых (ПДК_{м.р}) и среднесменных гигиенических нормативов (ПДК_{с.с}). Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и другие), устанавливаются среднесменные ПДК, для веществ с остронаправленным токсическим эффектом (ферментные,

раздражающие яды и др.) устанавливаются максимальные разовые концентрации; для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций, устанавливаются наряду с максимально разовыми и среднесменные ПДК.

Среднесменная ПДК – средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены или концентрация средневзвешенная во времени длительности всей смены, в зоне дыхания работников на местах постоянного или временного их пребывания.

В санитарных нормах специальными символами выделены вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе, канцерогены, аллергены и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В этих целях использованы следующие обозначения: **О** – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; **А** – вещества, способные вызывать аллергические заболевания работников в производственных условиях; **К** – канцерогены; **Ф** – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия; **п** – пары и (или) газы; **а** – аэрозоль; **п + а** – смесь паров и аэрозоля; **+** – соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз; символ проставлен вслед за наименованием вещества; **++** – вещества, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны на уровне чувствительности не менее 0,001 мг/м³. Для таких веществ значения ПДК не приводятся, а указывается только класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Если в графе «Величина ПДК, мг/м³» приведено два гигиенических норматива, то это означает, что в числителе максимальная разовая, а в знаменателе – среднесменная ПДК, прочерк в числителе означает, что гигиенический норматив установлен в виде среднесменной ПДК. Если приведен один гигиенический норматив, то это означает, что он установлен как максимальная разовая ПДК.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников подлежит систематическому контролю для предупреждения превышения величин ПДК, ОБУВ, ПДУ.

Систематический контроль за состоянием качества воздуха рабочей зоны осуществляют санитарные лаборатории промышленных предприятий или на договорной основе другие специализированные аккредитованные лаборатории. Плановый выборочный контроль, объем

и частота которого определяются с учетом условий труда, специфики производства, класса опасности вещества, проводят органы и учреждения, осуществляющие государственный санитарный надзор.

Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны. Перечень вредных веществ, подлежащих определению, периодичность и порядок контроля, места и точки отбора проб согласуются с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

Величины гигиенических нормативов аэрозолей (в том числе и для аэрозолей по сумме смесей сложного состава) четвертого класса опасности не должны превышать 10 мг/м^3 .

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия величины гигиенических нормативов остаются такими же, как и при изолированном действии.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них (K_1, K_2, \dots, K_n) в воздухе к их ПДК ($\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$) не должна быть больше единицы:

$$\frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n}. \quad (2.1)$$

Контроль содержания вредных веществ в воздухе проводится при характерных производственных условиях с отбором проб в зоне дыхания на рабочих местах постоянного и временного пребывания работников. При наличии идентичного оборудования или выполнении одинаковых операций контроль проводится выборочно на отдельных рабочих местах, расположенных в центре и на периферии помещения.

Содержание вредного вещества в данной конкретной точке определяется следующим суммарным временем отбора проб: для токсических веществ – не менее 15 минут, для веществ преимущественно фиброгенного действия – 30 минут. За данный период времени может быть отобрана одна или несколько последовательных проб через равные промежутки времени. Результаты, полученные при однократном отборе или при усреднении последовательно отобранных проб, сравнивают с величинами максимально разовой ПДК.

В течение смены и (или) на отдельных этапах технологического процесса в одной точке должно быть последовательно отобрано не менее

двух проб. Для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия допускается отбор одной пробы.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК.

Периодичность контроля определяется в зависимости от класса опасности вредного вещества, характера технологического процесса (непрерывный, периодический) и устанавливается: для I класса – не реже 1 раза в 10 дней, II класса – не реже 1 раза в месяц, III и IV классов – не реже 1 раза в квартал.

После реконструкции, модернизации, увеличения объема производства, капитального ремонта, внедрения новых технологий, сырья и химических веществ, при возникновении (или после) аварийных ситуаций, а также при расследовании случаев профессиональных заболеваний, отравлений, контроль воздуха рабочей зоны осуществляется в обязательном порядке.

Среднесменные концентрации определяют для веществ, для которых установлен гигиенический норматив – ПДК_{с.с.}. Измерения проводят приборами индивидуального контроля или по результатам отдельных измерений с расчетом средневзвешенной во времени величины, с учетом пребывания работника на всех (в том числе и вне контакта с контролируемым веществом) стадиях и операциях технологического процесса. Обследование осуществляется на протяжении не менее 75% продолжительности смены в течение не менее 3 смен. Расчет проводится по формуле

$$K_{с.с} = (K_1t_1 + K_2t_2 + \dots + K_nt_n) / (t_1 + t_2 + \dots + t_n), \quad (2.2)$$

где $K_{с.с}$ – среднесменная концентрация, мг/м³; K_1, K_2, \dots, K_n – средние арифметические величины отдельных измерений концентраций вредного вещества на отдельных стадиях (операциях) технологического процесса, мг/м³; t_1, t_2, \dots, t_n – продолжительность отдельных стадий (операций) технологического процесса, мин.

Периодичность контроля за соблюдением среднесменной ПДК должна быть не реже одного раза в год.

Предельно допустимый уровень загрязнения кожи (ПДУ) вредными веществами устанавливается для поверхности кожных покровов рук работников в мг/см².

Контроль загрязнения кожи осуществляют во время технологических процессов и операций при наибольшем контакте работников с вредными веществами не менее 3-х раз в смену в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами.

Периодичность контроля за соблюдением ПДУ загрязнения кожи должна соответствовать кратности контроля ПДК максимально разовых для воздуха рабочей зоны.

2.2.5. Мероприятия по защите от вредных веществ. На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть: разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ; выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ менее вредными (например, ограничение применения бензола, дихлорэтана, четыреххлористого углерода в рецептуре лаков и красок; замена ртутных контрольно-измерительных приборов безртутными и т. д.);

- гигиеническую стандартизацию химического сырья и продукции (например, ограничение содержания мышьяка в серной кислоте, ароматических углеводородов в бензинах, метилового спирта, фурфуrolа в гидролизном или сульфитном спирту и т. д.);

- рационализацию технологического процесса, аппаратуры и оборудования (например, комплексная механизация и автоматизация процессов с вредными условиями труда, замена периодических процессов непрерывными, исключение операций, связанных с загрязнением воздушной среды вредными веществами, систематическое проведение текущего, планово-предупредительного и капитального ремонта оборудования и т. д.);

- в деле борьбы с производственными отравлениями большое значение имеют такие санитарно-технические мероприятия, как планировка цехов и оборудования, исключающая поступление газов, паров, пыли из одного помещения в другое; выбор материалов для стен и потолков, не сорбирующих вредные вещества; применение вентиляционной техники и т. д.;

- в тех случаях, когда технические и санитарно-технические мероприятия не ликвидируют полностью воздействие вредных веществ на организм, необходима индивидуальная защита органов дыхания, зрения и кожи;

- обязательным требованием для работающих во вредных условиях является соблюдение установленного режима труда и отдыха,

предоставление специального питания, дополнительного отпуска, обучение безопасным методам работы и профилактическое медицинское обследование.

Мероприятия по профилактике заболеваний, возникающих при воздействии пыли, можно разделить на три группы: технологические и технические; санитарно-технические; медико-профилактические.

Технические мероприятия направлены на рационализацию производственного процесса, позволяющую в ряде случаев добиться полной ликвидации пылеобразования. К ним относятся, например, применение дробления, размола, смешивание пылеобразующих материалов с применением увлажнения, замена в процессе очистки литья пескоструйных аппаратов на дробеструйные, периодической загрузки сыпучих материалов непрерывной и т. д.

Санитарно-технические мероприятия включают в себя комплекс мер по подавлению пылеобразования, например, путем орошения зон выделения пыли распыленной водой или водяным паром, применением местных отсосов пыли в вентиляционные системы с последующей очисткой воздуха в пылеулавливающих аппаратах, общеобменной вентиляции и т. д.

Медико-профилактические мероприятия включают в себя периодические медицинские осмотры (при поступлении на работу, систематически в процессе работы через год или полгода в зависимости от свойств пыли) с целью выявления пневмокониозов на ранних стадиях их развития, устройство профилакториев для профилактики и лечения дыхательных путей работающих в условиях повышенной запыленности, применение средств индивидуальной защиты органов дыхания, систематический контроль за содержанием пыли в воздухе производственных помещений и некоторые другие мероприятия.

2.3. Вентиляция производственных помещений

2.3.1. Классификация систем вентиляции. Для нормализации воздушной среды в производственных помещениях используют следующие системы вентиляции: *естественную* (аэрацию) и *механическую*. Механическая вентиляция может быть *общеобменной*, *местной* и *смешанной*.

Общеобменную вентиляцию устраивают в тех случаях, когда в производственное помещение попадают вредные выделения паров, газов, избытки тепла, пыли, отсутствуют строго фиксированные источники этих выделений или работа местных отсосов является недостаточно эффективной.

При *местной вентиляции* загрязненный воздух удаляется прямо из мест его загрязнения. Распространенным видом местной вентиляции является вытяжная, состоящая из местных отсосов, с помощью которых вредные вещества улавливаются в месте их выделения и удаляются за пределы помещения.

Вентиляция – это комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в помещениях. В соответствии со 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 метеорологических условий и чистоты воздуха. Основной задачей вентиляции является удаление из рабочей зоны загрязненного, увлажненного или перегретого воздуха и подача взамен воздуха соответствующего качества, иными словами, организация воздухообмена в помещении.

Воздухообменом называется количество вентиляционного воздуха, необходимое для обеспечения соответствия санитарно-гигиенических условий труда требованиям технических нормативных правовых актов СанПиН 9-80 РБ 98, «Перечню регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» и др. Необходимый воздухообмен является исходной величиной для расчета системы вентиляции (подбор вентиляционного оборудования, расчет сечения воздухопроводов, систем газоочистки 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). 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.

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. 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 больших объемов воздуха используют *дефлекторы* – специальные насадки, устанавливаемые на вытяжных воздуховодах или шахтах. Их также используют и для организации местной вентиляции.

Наибольшее распространение в практике создания воздухообмена в помещении получили дефлекторы ЦАГИ, которые представляют собой металлическую цилиндрическую обечайку, укрепленную над вытяжной трубой. Для улучшения подсасывания воздуха из помещения давлением ветра труба оканчивается плавным расширением – диффузором, а для предотвращения попадания дождя в дефлектор предусмотрен колпак.

Эффективность работы дефлектора зависит от скорости ветра и высоты его установки над коньком крыши.

Основными достоинствами аэрации являются возможность создания интенсивного воздухообмена в помещении при низких энергозатратах и относительная простота 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, в которых не происходит выделения вредных веществ и веществ с резко выраженным неприятным запахом с объемом на каждого работающего 40 м^3 и более.

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. Она предназначена для обеспечения в рабочих помещениях оптимальных или допустимых микроклимати-

ческих 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)*.

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.

По способу организации воздухообмена в помещении механическая общеобменная вентиляция может быть выполнена в виде *приточной, вытяжной* или *приточно-вытяжной*.

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 воздуховодов 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 удаляется и подается в вентилируемое помещение через отдельные воздуховоды. В зависимости от соотношения расходов удаляемого и подаваемого воздуха, давление в помещении может снижаться или повышаться (отрицательный или положительный баланс).

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 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.

2.3.2. Расчет общеобменной механической вентиляции по вредностям. Для расчета общеобменной вентиляции необходимы следующие основные данные: размеры помещения (длина, высота, ширина), количество вредных выделений в виде теплоты, влаги, пылей, газов, которое определяют расчетным путем или экспериментально, предельно допустимые концентрации выделяющихся вредностей, содержание вредных веществ в приточном воздухе.

Расчет количества подаваемого или удаляемого воздуха L , м³/ч, осуществляют:

1) *при выделении вредных паров, газов, пыли* – из условия разбавления удаляемых вредностей до допустимых концентраций по формуле

$$L = G / (K_{уд} - K_{пр}), \quad (2.3)$$

где G – количество выделяющихся вредных веществ, мг/ч; $K_{уд}$ – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ПДК), мг/м³; $K_{пр}$ – концентрация данных вредных веществ в приточном воздухе, мг/м³;

2) *при избыточных тепловыделениях* – из условия тепловыделения избыточного тепла по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{c_v \cdot (t_{уд} - t_{пр}) \cdot \rho}, \quad (2.4)$$

где $Q_{изб}$ – избыточное тепло, выделяющееся в помещении, кДж/ч; c_v – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг · К): $c_v = 1,005$ кДж/(кг · °С); $t_{уд}$ – температура удаляемого воздуха, °С; $t_{пр}$ – температура приточного воздуха, °С; ρ – плотность приточного воздуха, кг/м³;

3) *при избыточных влаговыведениях* – из условия удаления избыточной влаги по формуле

$$L = \frac{G_{вл}}{d_{уд} - d_{пр}}, \quad (2.5)$$

где $G_{\text{вл}}$ – количество выделяющейся в помещение влаги, г/ч; $d_{\text{уд}}$ – влагосодержание удаляемого воздуха, г/м³; $d_{\text{пр}}$ – влагосодержание приточного воздуха, г/м³.

Кратность воздухообмена K , 1/ч, в производственном помещении:

$$K = \frac{L}{V_{\text{п}}}, \quad (2.6)$$

где L – количество подаваемого или удаляемого воздуха, м³/ч; $V_{\text{п}}$ – объем помещения, м³.

Рассчитывая кратность воздухообмена в производственном помещении с избытком влаговыведения, необходимо учитывать период года, тяжесть выполняемой работы, температуру приточного воздуха и его относительную влажность.

2.3.3. 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.

Различают три вида местных укрытий: полностью закрывающие источник выделения вредных веществ; находящиеся вне источника выделения (открытые отсосы); передувки.

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 или капсулу), аспирацию (вредные выделения удаляют из внутренних объемов технологического оборудования), вытяжные зонты, вытяжные шкафы, всасывающие панели, витринные, фасонные и бортовые отсосы и др.

Вытяжные зонты представляют собой простые и наиболее распространенные местные отсосы. Их устанавливают для локализации вредных выделений, имеющих тенденцию подниматься вверх (когда вредные вещества легче окружающего воздуха). Зонты могут быть как с естественной, так и с механической вытяжкой.

Вытяжные шкафы обеспечивают наибольшую локализацию вредных выделений при минимальном расходе воздуха. Они выпускаются с верхним отсосом, с боковым отсосом, с нижним отсосом, с комбинированным удалением воздуха.

Всасывающие панели устанавливаются 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.

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 состоит в том, что засасываемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает за собой вредные выделения, не давая им распространиться по производственному помещению.

В *местной приточной вентиляции* подача приточного воздуха производится непосредственно в зону нахождения рабочего.

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 помощи 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.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы служат для предупреждения проникновения холодного воздуха внутрь зданий при открывании наружных дверей или 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.

2.4. Производственное освещение

2.4.1. Влияние света на здоровье человека и его работоспособность. Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием.

Одним из важнейших элементов, благоприятных для условий труда, является рациональное освещение помещений и рабочих мест.

Правильно спроектированное и выполненное освещение производственного помещения улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

Лучистая энергия солнца оказывает непосредственное влияние и на организм человека. Воспринимаемые глазом видимые солнечные лучи влияют на состояние центральной нервной системы, повышая активность больших полушарий. Свет улучшает общее состояние человека, повышает жизненный тонус. Действуя рефлекторно через нервные окончания в коже (рецепторы), свет оказывает воздействие на осуществление фотохимических процессов в организме, ритм жизненного тонуса, функцию сердечно-сосудистой системы и т. д.

Свет является активным регулятором основных биологических процессов. Он постоянно влияет на такие жизненно важные функции, как обмен веществ, рост и развитие организма, повышает иммунитет человека. Рациональное освещение производственных и вспомогательных помещений, проходов и проездов имеет большое значение для нормальной и безопасной работы промышленного предприятия. Для безопасности работы нужно не только достаточное освещение рабочих поверхностей, но и рациональное направление света, отсутствие резких теней и бликов, обычно вызывающих слепящее действие и снижающих работоспособность.

Способность глаз приспосабливаться к различной яркости света называется *адаптацией*. Частая переадаптация глаз снижает производительность труда и способствует увеличению травматизма. Адаптация устраняется, если в производственном помещении создается равномерное освещение.

Недостаточное освещение само по себе не вызывает несчастных случаев, но может способствовать их возникновению. Например, недостаточное или неправильное освещение вынуждает рабочего ближе наклоняться к обрабатываемому предмету, что увеличивает опасность повреждения лица и глаз. Недостаточная освещенность, резкие тени, наличие в поле зрения рабочего источника света большой яркости мешают различать движущиеся части станков, агрегатов и способствуют возникновению травматизма.

В пожароопасных и взрывоопасных помещениях, помимо рационального освещения, требуется еще герметическая или взрывобезопасная арматура осветительных приборов.

Прямое влияние на безопасность труда оказывает аварийное освещение, обеспечивающее безопасную работу или спокойный выход рабочих из помещения в случае прекращения подачи электроэнергии, а также местное освещение контрольно-измерительных приборов, световые сигналы, установленные на машинах и механизмах, автоматических производственных линиях и др.

2.4.2. Количественные и качественные показатели освещения.

Освещение может создаваться как лучистой энергией, исходящей от тел, так и при помощи люминесценции.

Электромагнитное излучение с длиной волны в пределах $\lambda = 380\text{--}770$ нм, воздействуя на глаза человека, вызывает ощущение света. Эта часть спектра называется областью видимых излучений, а соответствующая ей часть лучистой энергии – световой энергией. Следует подчеркнуть, что световая энергия определяется именно вызываемым ею зрительным ощущением.

Каждому излучению с определенной длиной волны соответствует определенный цвет. Как показали исследования, при одинаковой интенсивности различных монохроматических излучений наибольшее зрительное восприятие создают желто-зеленые лучи с длиной волны 555 нм. Если принять за единицу чувствительность глаз к лучам с длиной волны 555 нм, то зависимость зрительного восприятия от волн разной длины можно представить кривой, приведенной на рис. 2.1.

Излучение с длиной волны 10–380 нм является *ультрафиолетовым*, а с длиной волны 770–340000 нм – *инфракрасным*.

Для гигиенической оценки освещенности используются светотехнические качественные и количественные показатели.

К *количественным показателям* относятся световой поток, освещенность, коэффициент отражения, сила света и яркость. К *качественным показателям* следует отнести фон, видимость, контраст.

Видимая лучистая энергия оценивается по световому ощущению и называется *световым потоком*, который измеряется в люменах (лм).

Световой поток (F) – мощность лучистой энергии, оцениваемая световым ощущением человеческого глаза. Световой поток определяется как величина не только физическая, но и физиологическая, так как измерение ее основано на зрительном восприятии.

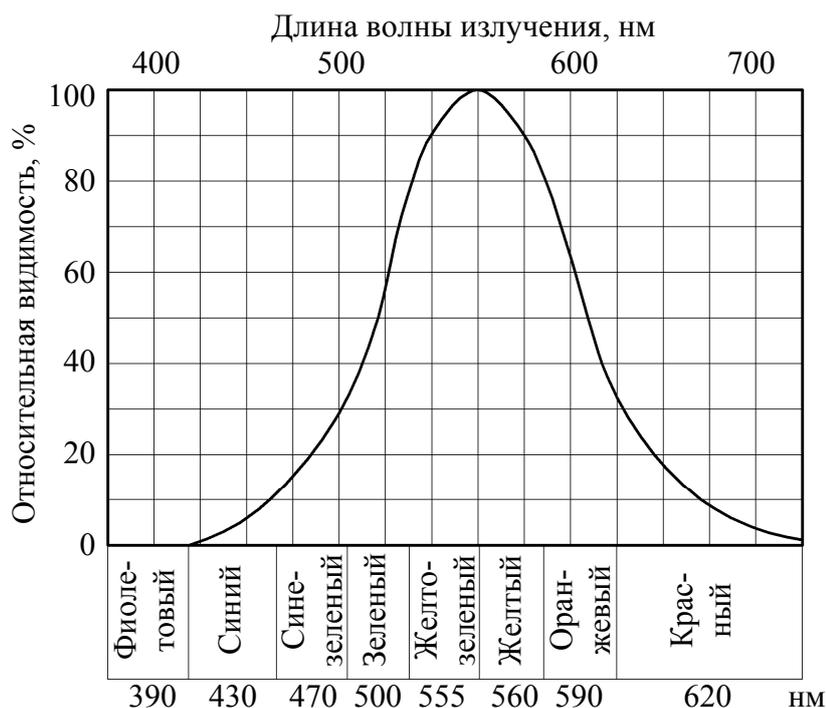


Рис. 2.1. Зависимость зрительного восприятия от длины волны

Точное значение светового потока в лм определяется по эталонным электрическим лампам накаливания, выверенным в соответствии с международным соглашением. Таким образом, единица светового потока – люмен – принята совершенно условно. Между условной единицей светового потока – люменом и энергетической – ваттом имеется следующее соотношение: $1 \text{ лм} = 0,00161 \text{ Вт}$.

Все источники света, в том числе осветительные приборы, излучают световой поток в пространство неравномерно. Распределение светового потока в пространстве учитывают, пользуясь понятием пространственной плотности светового потока или силы света.

Сила света (I) – это величина пространственной плотности светового потока, которая определяется как отношение светового потока dF , исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла $d\omega$, к величине этого угла:

$$I = dF / d\omega. \quad (2.7)$$

За единицу силы света принята *кандела* (кд). Сила света в одну канделу обеспечивается световым потоком в один люмен, заключенным в единичном угле в один стерадиан.

Об освещении помещения можно до некоторой степени судить по величине **освещенности** E , которая определяется поверхностной

плотностью светового потока или отношением светового потока dF , подающего на поверхность, к величине этой поверхности dS , т. е.

$$E = dF / dS. \quad (2.8)$$

За единицу освещенности принят *люкс* (лк). *Люкс* – это освещенность поверхности площадью 1 м^2 при световом потоке падающего на него излучения, равном 1 лм .

Освещенность в разных точках рабочего места различна, поэтому отношение F / S принимают за среднюю освещенность.

Условия видимости определяются отношением силы света, излучаемого светящейся поверхностью в направлении зрения, к величине видимой части этой светящейся поверхности. Это отношение называется *яркостью* и измеряется в $\text{кд}/\text{м}^2$.

За *яркость* светящейся поверхности в каком-либо направлении принимается отношение силы света, испускаемого поверхностью в заданном направлении I , к проекции светящейся поверхности $S \cdot \cos \alpha$ на плоскость, перпендикулярную к тому же направлению, т. е.

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}, \quad (2.9)$$

где α – угол, образованный направлением светового потока с нормалью к площадке светящейся поверхности.

За величину яркости принят *нит* (нт), который имеет размерность $1 \text{ кд}/\text{м}^2$. Яркость поверхности зависит от силы света, угла падения светового потока на плоскость, цвета поверхности и т. д.

Различные предметы видимы потому, что световой поток, отраженный ими, частично воспринимается глазом. Отношение отраженного светового потока $F_{\text{отр}}$ к падающему световому потоку $F_{\text{пад}}$ называется *коэффициентом отражения* Q :

$$Q = \frac{F_{\text{отр}}}{F_{\text{пад}}}. \quad (2.10)$$

Величина Q в зависимости от цвета поверхности колеблется в пределах $0,02$ – $0,85$.

Объект различения – наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельной его части, который необходимо различать в процессе работы. В зависимости от наименьшего размера объекта различения зрительные работы подразделяются на разряды.

Контраст объекта различия с фоном (K) характеризуется как процентное отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта различения L_o и фона L_ϕ к яркости фона L_ϕ :

$$K = \frac{L_o - L_\phi}{L_\phi}. \quad (2.11)$$

Оценивается контраст как малый – K до 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости); средний – $K = 0,2-0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости) и большой – K свыше 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости).

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности Q более 0,4; средним – при $Q = 0,2-0,4$; темным – Q менее 0,2.

В зависимости от характеристики фона и контраста объекта различения с фоном зрительные работы подразделяются на подразряды.

Видимость (V) – универсальная характеристика качества освещения, которая характеризует способность глаза воспринимать объект. Зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном:

$$V = K / K_{\text{пор}}, \quad (2.12)$$

где K – контраст объекта с фоном; $K_{\text{пор}}$ – пороговый контраст, т. е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

Установки искусственного освещения имеют такие дополнительные характеристики, как степень слепящего действия источника света, пульсация, спектр света.

Показатель ослепленности (P) – критерий оценки слепящего действия осветительной установки:

$$P = (S - 1) 1000, \quad (2.13)$$

где S – коэффициент ослепленности, равный отношению видимости объекта соответственно при экранировании и при наличии источников, создающих блескость в поле зрения.

Коэффициент пульсации освещенности (K_n) – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током:

$$K_{\Pi} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{cp}}} 100, \quad (2.14)$$

где E_{\max} и E_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк; E_{cp} – среднее значение освещенности за этот же период, лк.

Следует иметь в виду, что на глаз действуют совместно качественные и количественные характеристики света, обеспечивающие определенную степень работоспособности человека.

Для успешного и безопасного выполнения производственного процесса зрение человека должно все время сохранять так называемые контрастную чувствительность и остроту различения. Различение мелких деталей, рисок и т. п. (т. е. объектов различения) возможно лишь при определенном контрасте деталей и фона, на котором они рассматриваются. Способность глаза различать наименьшие контрасты называется *контрастной чувствительностью*. Исследованиями установлено, что контрастная чувствительность возрастает с увеличением освещенности рабочей поверхности. Способность глаза наблюдать объекты различения называется *остротой различения*. Она зависит от контраста детали и фона, от освещенности поля зрения и других факторов. С увеличением освещенности острота различения возрастает.

Приспособляемость глаз к различной яркости ограничена определенными пределами. Если в поле зрения находятся яркости, значительно превышающие норму, то функции зрения существенно снижаются, происходит ослепление. Различают два вида слепящей яркости, или блескости: *прямую*, исходящую непосредственно от источника света (голая лампа), и *косвенную*, которую можно наблюдать на освещаемых поверхностях. Второй вид блескости часто встречается в условиях производства (при обработке металлов, на полированных и лакированных поверхностях и т. п.).

Ослепление сопровождается раздражением и резью глаз, головной болью и серьезным расстройством зрения. Работа при недостаточном освещении или переменной яркости требует сильного напряжения зрения, что приводит к частой переадаптации глаз и быстрому их переутомлению.

Способность зрения приспособляться к различной степени освещенности объясняется двумя свойствами зрения: аккомодацией и адаптацией. *Аккомодация* заключается в приспособляемости глаз различать предметы, находящиеся на разных расстояниях, что достигается изменением кривизны хрусталика глаза.

Так как пределы приспособляемости глаз не безграничны, частая приспособляемость утомляет глаза, неизбежно отражается на скорости

и качестве выполняемой работы и может быть косвенной причиной травматизма.

2.4.3. Виды производственного освещения и требования, предъявляемые к нему. В зависимости от источника света производственное освещение может быть *естественным*, *искусственным* и *совмещенным* (ТКП 45-2.04-153–2009 «Естественное и искусственное освещение»).

Естественное освещение – это освещение помещений дневным светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. По конструктивному исполнению подразделяется на боковое (одно- и двухстороннее – через проемы в наружных стенах), верхнее (через светоаэрационные фонари, световые проемы в перекрытиях, а также через проемы в местах перепада высот здания) и комбинированное (представляет собой сочетание верхнего и бокового освещения). На рис. 2.2 представлены виды естественного освещения.

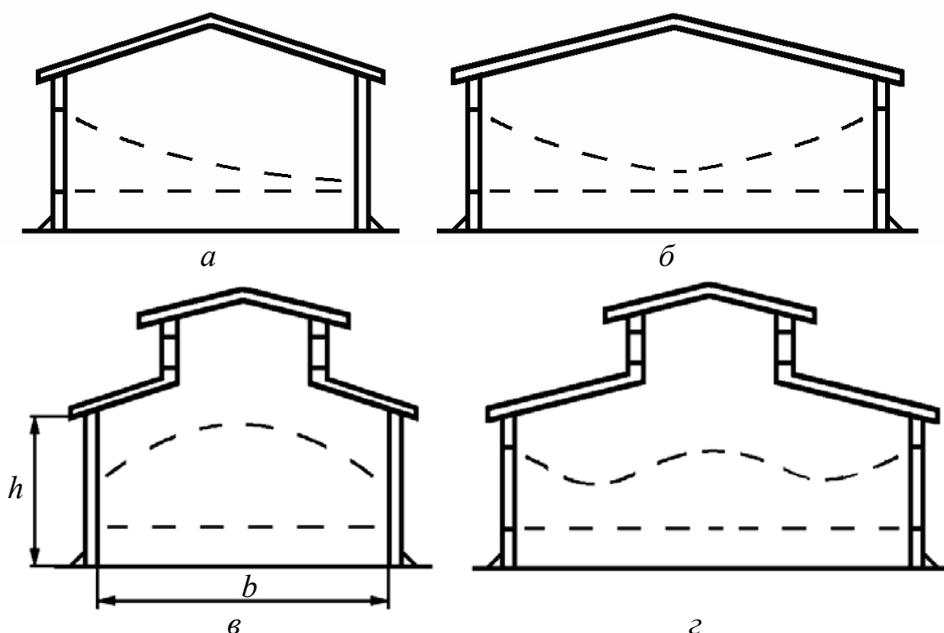


Рис. 2.2. Схема расположения световых проемов и освещенности помещений: а – боковое одностороннее освещение (при $b < 12$ м); б – боковое двухстороннее (при $b > 12$ м); в – верхнее (при $b > 5h$); г – комбинированное

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

Искусственное освещение по функциональному назначению подразделяется на *рабочее*, *аварийное*, *охранное* и *дежурное*.

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 – 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 – энергосберегающее освещение, используемое в нерабочее время.

Охранное освещение – освещение, предусматриваемое вдоль границ охраняемой территории при отсутствии специальных технических средств охраны.

Искусственное освещение по месту расположения светильников используется двух систем: *общее* и *комбинированное*. **Общее** – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (*общее равномерное*) или группируются с учетом расположения оборудования (*общее локализованное*). Система **комбинированного освещения** включает *общее* и *местное* освещение. Применение одного местного освещения (без общего) внутри помещений не допускается. Комбинированное освещение применяется при необходимости высокой освещенности рабочих поверхностей, а также тогда, когда к направлению светового потока предъявляются специальные требования. В комбинированной системе общее освещение составляет не менее 10% от требуемой нормируемой освещенности, а местное – 90%.

В качестве источников искусственного света для освещения помещений следует использовать наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения

допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп. Для местного освещения кроме разрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

При совмещенном освещении недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать: для производственных помещений, в которых выполняются работы I–III разрядов; для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение коэффициента естественной освещенности (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т. п.); в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности.

Высокая зрительная работоспособность и производительность труда тесно связаны между собой рациональным производственным освещением. И основные требования к освещению на рабочем месте вне зависимости от источника света должны быть следующими:

- достаточность освещения, что должно обеспечить комфортные условия для общей работоспособности и оптимальные уровни яркости для работы зрительного анализатора;
- обеспечение безопасного выполнения работы;
- равномерность освещения во времени и пространстве, чтобы предметы и объекты, имеющие разную отражательную способность и значительную яркость, воспринимались органом зрения в полном объеме.

Везде, где это возможно, следует пользоваться только естественным освещением как наиболее благоприятным для зрения и экономичным. Естественный (солнечный) свет по своему спектральному составу значительно отличается от света искусственных светильников. В спектре солнечного света гораздо больше полезных для человека ультрафиолетовых лучей. Высокая диффузность (рассеивание) этого света очень благоприятна для зрения.

Нормированные значения коэффициента естественной освещенности при естественном освещении и освещенность на рабочих поверхностях при искусственном освещении изложены в ТКП 45-2.04-153–2009 «Естественное и искусственное освещение». ТКП 45-2.04-153–2009 включает требования к уровням освещения как для производственных условий

на рабочих местах, так и для административных, санитарно-бытовых, общественных и жилых зданий и помещений.

Применяемые нормы освещенности являются нормами гигиенического минимума и должны рассматриваться как наименьший предел, допустимый с точки зрения охраны труда и здоровья трудящихся.

При выборе освещенности учитываются: точность работы, характеризующая отношением наименьшего размера подлежащих различению деталей к расстоянию до глаз (обычно 25–30 см); коэффициент отражения рабочей поверхности; контраст между деталью и фоном; длительность времени, в течение которого требуется напряжение зрения; наличие поверхностей или предметов, опасных для прикосновения и т. д.

2.4.4. Нормирование естественного освещения и принципы его расчета. Под естественным, или дневным, светом в светотехнике принято понимать свет, создаваемый солнечным и небесным излучениями. Освещение естественным светом открытой поверхности земли создается прямым солнечным светом и диффузным (рассеянным) светом небесного излучения. Интенсивность солнечного светового излучения, или солнечная радиация, зависит от степени высоты стояния солнца над горизонтом в течение года и ежедневно; наличия или отсутствия на небе облачности; степени загрязненности атмосферы пылью, копотью, дымом; прямого или рассеянного действия света.

Непостоянство естественного света даже в течение короткого промежутка времени вызвало необходимость нормировать естественное освещение с помощью относительного показателя – *коэффициента естественной освещенности* (КЕО, e).

КЕО – это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба $E_{вн}$ (непосредственным и после отражений от внутренних поверхностей помещения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{нар}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$\text{КЕО} (e) = (E_{вн} / E_{нар}) 100. \quad (2.15)$$

Нормированные значения КЕО (e_N) определяют по формуле

$$e_N = e_H \cdot m, \quad (2.16)$$

где e_H – значения КЕО (см. табл. 2.7); m – коэффициент светового климата (см. табл. 2.8).

Таблица 2.7

Нормы проектирования освещения производственных помещений (ТКП 45-2.04-153–2009)

1 Характеристика зрительной работы	2 Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	3 Разряд зрительной работы	4 Подразряд зрительной работы	5 Контраст объекта с фоном	6 Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк		9 при системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО (e_H), %			
						7 всего	8 в том числе от общего		10 P	11 $K_p, \%$	12 при верхнем или комбинированном освещении	13 при боковом освещении	14 при верхнем или комбинированном или комбинированном освещении	15 при боковом освещении
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
				4500	500	–	10	10						
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10				
				Средний	Темный	3500	400	1000	10	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10				
				Средний	Средний	2000	200	600	10	10				
			г	Большой	Темный	2000	200	600	10	10				
				Средний	Светлый	1500	200	400	20	10				
Большой	Светлый	1250	200	300	10	10								
Большой	Средний	1250	200	300	10	10								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Темный	4000 3500	400 400	– –	20 10	10 10	–	–	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	–	–	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20				

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	–	–	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	–	–	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: – постоянное; – периодическое при постоянном пребывании людей в помещении; – периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIII	а	То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	То же		–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2
			в	То же		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1

При боковом одно- и двухстороннем естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО; при боковом одностороннем – на расстоянии 1 м от стены в точке, наиболее удаленной от световых проемов, и на высоте 0,8 м от пола (уровень условной рабочей поверхности), при боковом двухстороннем – в точке посередине помещения.

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

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.

Таблица 2.8

Значения коэффициента светового климата (ТКП 45-2.04-153–2009)

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата <i>m</i>	
		Брестская и Гомельская области	Остальная территория Республики Беларусь
В наружных стенах зданий	С	0,9	1
	СВ, СЗ	0,9	1
	З, В	0,9	1
	ЮВ, ЮЗ	0,85	1
	Ю	0,85	0,95
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С–Ю	0,9	1
	СВ–ЮЗ ЮВ–СЗ	0,9	1
	В–З	0,85	1
В фонарях типа «Шед»	С	0,9	1
В зенитных фонарях	–	1	1

Примечание. С – северная, СВ – северо-восточная, СЗ – северо-западная, З – западная, В – восточная, ЮВ – юго-восточная, ЮЗ – юго-западная, Ю – южная, С–Ю – север-юг, В–З – восток-запад.

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.

Характерный разрез помещения – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или продольной оси пролетов помещения (участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов).

Допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо.

В производственных помещениях со зрительной работой I–III разрядов следует устраивать совмещенное освещение.

В крупных цехах световые фонари верхнего освещения бывают различной конструкции: прямоугольные, трапециевидные треугольные и др. Конструкция фонарей должна обеспечивать: минимальные светопроемы, минимальное пропускание прямых солнечных лучей, удобство чистки и аэрацию с учетом специфики производства.

При выборе требуемого минимального уровня освещенности рабочего места необходимо установить разряд (характер) выполняемой зрительной работы. Его определяют по наименьшему размеру объекта различения (мм).

В соответствии с ТКП 45-2.04-153–2009 все зрительные работы, проводимые в производственных помещениях, делятся на *восемь разрядов*. Разряд I – работы наивысшей точности с размером объекта различения менее 0,15 мм; разряд VIII – общее наблюдение за ходом технологического процесса без ограничения размера объекта различения.

Освещенность рабочих мест определяется не только световым коэффициентом, но и глубиной помещения, расстоянием от пола до подоконников, шириной простенков, степенью затемнения помещений соседними установками, зданиями и т. д. Загрязненность стекол окон и световых фонарей влияет на освещенность помещения.

Расчет естественной освещенности сводится к определению суммарной площади световых проемов.

С учетом всех факторов, пользуясь поправочными коэффициентами, необходимая суммарная площадь световых проемов при естественном освещении определяется по следующим формулам:

а) при боковом освещении помещений:

$$S_0 = \frac{S_{\text{п}} \cdot e_{\text{N}} \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{\text{зд}}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1}; \quad (2.17)$$

б) при верхнем освещении:

$$S_{\phi} = \frac{S_{\pi} \cdot e_N \cdot K_3 \cdot \eta_{\phi}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_2 \cdot K_{\phi}}, \quad (2.18)$$

где S_0 – площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении, м^2 ; S_{ϕ} – площадь световых проемов при верхнем освещении, м^2 ; S_{π} – площадь пола помещения, м^2 ; e_N – нормированное значение КЕО; K_3 – коэффициент запаса; η_0 – световая характеристика окон; η_{ϕ} – световая характеристика фонаря; $K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями; τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (2.19)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала; $\tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5$ – коэффициенты, учитывающие потери света в переплетах светопроема, в несущих конструкциях, в солнцезащитных устройствах, в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, соответственно; r_1, r_2 – коэффициенты, учитывающие повышение КЕО при боковом и верхнем освещении за счет отраженного света, соответственно; K_{ϕ} – коэффициент, учитывающий тип фонаря.

В заключение определяют требуемое количество оконных проемов $n = S_0 / f$, где f – площадь одного оконного проема.

При оборудовании и эксплуатации естественного освещения, исходя из санитарно-гигиенических и производственных условий, необходимо периодически производить очистку светопроемов от загрязнений, т. к. они задерживают лучистую световую энергию и значительно снижают освещенность рабочих мест. Текущую очистку светопроемов следует производить ежедневно, а капитальную – периодически не реже двух раз в помещениях с незначительным выделением пыли, дыма, копоти, а в сильно загрязненных помещениях – 4 раза в год. Необходимо предусматривать специальные устройства для подъема людей в фонари и безопасного передвижения в них. Периодически, в зависимости от загрязнения стен и потолков, производить окраску помещения покрытиями с хорошим коэффициентом отражения; внутренние поверхности фонарей покрывать белой краской.

2.4.5. Нормирование искусственного освещения и принципы его расчета. При искусственном освещении рабочих мест нормируется минимальная освещенность рабочей поверхности в зависимости от

разряда и подразряда выполняемой работы. Нормативные значения минимальной освещенности приведены в табл. 2.7.

Нормы освещенности, приведенные в табл. 2.7, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

а) при работах I–VI разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;

б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);

в) при специальных повышенных санитарных требованиях (например, на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения – 500 лк и менее;

г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения – 300 лк и менее;

д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения – 750 лк и менее;

е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 5000 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;

ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м² и более;

з) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы IV–VI разрядов, их нужно снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

При выполнении в помещениях работ I–III, IVа, IVб, IVв, Va разрядов 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.

При наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при любой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон, относя их к разряду VIIа.

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, не менее 75 лк – при лампах накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 5000 лк при газоразрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

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 I–III разрядов при люминесцентных лампах 1,3, при других источниках света – 1,5, для работ разрядов IV–VII – 1,5 и 2,0, соответственно.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

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.

При расчете искусственного освещения определяется мощность ламп, необходимая для получения заданной освещенности; тип и расположение светильников задаются.

По найденному расчетному световому потоку выбирают ближайшую стандартную лампу, причем допускается отклонение светового потока стандартной лампы от расчетного в пределах от –10% до +20%.

Для расчета освещения применяются различные методы. Так, *метод светового потока* рекомендуется для расчета общего равномерного освещения помещения в горизонтальной плоскости. При расчете учитывается как прямой, так и отраженный от стен и потолка свет светильников, что особо существенно при светильниках преимущественно отраженного света.

Световой поток лампы $F_{\text{л}}$ при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах определяется по формуле

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot K \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (2.20)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормированная минимальная освещенность по разряду выполняемых работ; S – площадь освещаемого помещения, м^2 ; K – коэффициент запаса, принимаемый согласно ТКП 45-2.04-153–2009; Z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению $E_{\text{ср}} / E_{\text{min}}$, принимаемый равным 1,15 для ламп накаливания и дуговых ртутных ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп (при отраженном освещении $Z = 1,0$); N – число светильников в помещении; η – коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильников, коэффициентов отражения светового потока от потолка $\rho_{\text{пот}}$, стен $\rho_{\text{ст}}$ и рабочей поверхности $\rho_{\text{р}}$, высоты подвеса светильников и размеров помещения.

Точечный метод применяют для расчета локализованного и местного освещения, освещения наклонных плоскостей и проверки расчета равномерного общего освещения, когда отраженным световым потоком можно пренебречь.

Если метод используется для расчета освещения горизонтальной поверхности, то формулы метода принимают вид: при определении мощности (светового потока) лампы, необходимой для создания заданной освещенности:

$$F_{\text{л}} = \frac{1000 \cdot E \cdot K}{\mu \cdot \sum e}; \quad (2.21)$$

при определении освещенности, создаваемой с известным потоком:

$$E = \frac{F_{\text{л}} \cdot \mu \cdot \sum e}{1000 \cdot K}, \quad (2.22)$$

где $F_{\text{л}}$ – световой поток, лм; E – освещенность, лк; $\sum e$ – сумма условных освещенностей (для контрольной точки); μ – коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий действие удаленных светильников и отраженного света (1,1–1,2); K – коэффициент запаса.

2.4.6. Нормирование совмещенного освещения. При оценке и нормировании совмещенного освещения необходимо по данным табл. 2.7 выбрать нормативную величину КЕО для выполняемого разряда зрительной работы и конструктивного исполнения естественного освещения.

Освещенность от системы общего искусственного освещения (при совмещенном освещении) принимается по табл. 2.7 для соответствующего разряда и подразряда зрительной работы с повышением на одну ступень по шкале освещенности (кроме разрядов Ib, Iv, IIb). При этом освещенность рабочей поверхности в любом случае должна составлять не менее 200 лк при разрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания. При использовании комбинированного искусственного освещения (в системе совмещенного) нормативная освещенность от светильников общего освещения повышается на одну ступень по шкале освещенности для всех разрядов, кроме Ia, Ib, IIa.

2.4.7. Источники искусственного света и требования, предъявляемые к ним. Искусственное освещение применяется, когда естественный свет отсутствует или недостаточен. Оно должно отвечать требованиям физиологии труда и не представлять опасности в отношении пожара и взрыва.

Искусственное освещение по экономическим и санитарно-гигиеническим соображениям, а также по соображениям техники безопасности должно обеспечивать надлежащую освещенность рабочих, вспомогательных и санитарно-бытовых помещений в соответствии с установленными нормами. При этом должны выполняться следующие условия: отсутствие резких теней на рабочих местах; отсутствие резкой разности между яркостью освещения рабочих поверхностей и окружающего фона; постоянство освещенности рабочих мест; устранение слепящего действия яркостей, которые находятся вне поля зрения и значительно превышают яркости, находящиеся в поле зрения.

Практика показывает, что около 50% световой энергии теряется вследствие загрязнения светильника, поэтому следует производить регулярную очистку светильников от пыли и грязи. Установлено, что потеря лампой светового эффекта на 20% делает дальнейшую эксплуатацию ее экономически невыгодной, поэтому в процессе эксплуатации необходимо своевременно заменять лампы.

На современных промышленных предприятиях применяются два источника искусственного освещения. Первый основан на принципе температурного излучения, второй – на принципе электрофотолюминесценции.

Основным видом первого источника искусственного освещения является *лампа накаливания*, свет которой исходит от накаляемой электрическим током до 3000°C вольфрамовой нити. Это объясняется

тем, что они удобны в эксплуатации; не требуют дополнительных устройств для подключения; просты в изготовлении. В этих лампах подводимая электроэнергия тратится в основном на излучение невидимых тепловых лучей и только небольшая часть ее, около 3–3,5%, идет на получение световой энергии. Недостатки лампы накаливания – низкий КПД (10–13%), сравнительно малый срок службы (до 2500 ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света.

В лампах накаливания и других источниках света важна их световая отдача, которая представляет собой отношение светового потока к мощности лампы. *Световая отдача* определяет экономичность лампы, показывая, сколько люменов светового потока, излучается в результате преобразования в световую энергию 1 Вт мощности. В лампах накаливания очень низкая световая отдача – 7–20 лм/Вт.

Производятся различные типы ламп накаливания: вакуумные (НВ), газонаполненные (смесь аргона и азота), биспиральные (НБ), с криптоксеноновым наполнением (НБК), зеркальные с диффузно отражающим слоем и др.

Галогенные (галогидные) 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. Срок службы этих ламп до 3000 ч, световая отдача доходит до 40 лм/Вт, спектр излучения близок к естественному.

Конструктивно источники люминесцентного освещения представляют собой стеклянные трубки или колбы-лампы, наполненные аргоном с несколькими миллиграммами паров ртути.

Газоразрядные ртутные лампы низкого, высокого и сверхвысокого давления генерируют свет в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металла и по принципу люминесценции («холодное свечение»). При этом различные виды энергии (химической, электрической) превращаются в световую, исключая стадию перехода в тепловую энергию. Преимуществами газоразрядных ламп, по сравнению с лампами накаливания, являются высокая световая отдача 40–110 лм/Вт, срок службы 5000–15 000 ч.

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. Недостатки газоразрядных

ламп такие: необходимость специального пускорегулирующего устройства, длительное время разогрева (для некоторых ламп), пульсация светового потока, а также неустойчивая работа при температуре воздуха ниже нуля.

В зависимости от распределения светового потока по спектру путем применения разных люминофоров различают несколько типов ламп: ГЛ (или ГРЛ) – газоразрядные лампы, ГЛВД – газоразрядные лампы высокого давления; ДРИ – дуговые ртутные лампы высокого давления с излучающими добавками; ДРЛ – дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления; МГЛ – металлогалогенные лампы; ЛЛ – люминесцентные лампы; ЛБ – люминесцентные лампы белого света; ЛХБ – люминесцентные лампы холодного белого света; ЛТБ – люминесцентные лампы теплого белого света; ЛЕЦ – люминесцентные лампы естественного света с улучшенной цветопередачей; ЛД – люминесцентные лампы дневного света; ЛДЦ – люминесцентные лампы дневного света с улучшенной цветопередачей; КЛЛ – компактные люминесцентные лампы и др.

Для освещения производственных помещений следует использовать, как правило, наиболее экономичные газоразрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования газоразрядных ламп. Для местного освещения кроме газоразрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

Качественное и экономное освещение рабочих мест невозможно без использования соответствующих *светильников* – источников света, заключенных в специальную осветительную арматуру. Основные функции электрического светильника – это правильное распределение (перераспределение) светового потока лампы и защита органа зрения от чрезмерной яркости источника света. Осветительная арматура светильника, кроме эстетического компонента, защищает источник света от механических повреждений, влияния вредных химических веществ, пылей, копоти, влаги. Арматура предназначена для крепления светильника и подключения его к источнику питания. Разработано несколько классификаций светильников в зависимости от распределения светового потока. Так, светильники прямого света (П) более 80% светового потока направляют в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой или полированной поверхности, светильники преимущественно прямого света (Н) в нижнюю полусферу направляют 60–80% светового

потока, рассеянного света (P) – 40–60%, светильники преимущественно отраженного света (O) в нижнюю полусферу направляют менее 20% всего светового потока, тогда как более 80% света распределяется вверх, на потолок, где он отражается и затем направляется в рабочую зону. С гигиенических позиций светильники отраженного света имеют ряд преимуществ (равномерность освещения, практическое отсутствие блескости). Однако в условиях производства они применяются редко, так как для них требуется высокий коэффициент отражения потолка и чистый воздух, что не всегда возможно для ряда производств.

В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники *открытые, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащитные*; по назначению светильники бывают *местного и общего освещения*.

Существуют два способа размещения светильников общего освещения: *равномерный и локализованный*.

При равномерном способе светильники располагают в прямоугольном или в шахматном порядке. В первом случае их располагают по вершинам прямоугольника, во втором – по вершинам ромба. Недостатком этого размещения является сравнительно большой расход энергии, в отдельных случаях появление теней на рабочей поверхности.

При локализованном способе светильники располагают с учетом местонахождения машин и рабочих поверхностей. Локализованное размещение применяется в помещениях с несимметричной расстановкой оборудования; при этом потребная для освещения мощность светильника уменьшается, что является преимуществом этого способа размещения перед равномерным.

Светильники местного освещения размещают в непосредственной близости от рабочей поверхности и закрепляют около рабочего места на шарнирном кронштейне, позволяющем направлять световой поток в нужном направлении.

В табл. 2.9. представлены варианты расположения светильников в производственных помещениях.

При проектировании осветительных установок следует вводить коэффициент запаса K , учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации установки (загрязнение светильников, старение ламп и т. д.). Коэффициент K в зависимости от характеристики производства, мощности ламп, типа источника и сроков очистки принимается в пределах 1,3–2,0.

**Рекомендуемые места применения
различных систем искусственного освещения**

Способ размещения светильников	Место применения
Общее равномерное (светильники равномерно распределены по всей площади помещения и создают во всех точках более или менее одинаковую освещенность)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непроизводственные помещения: вестибюли, проходы, комнаты отдыха, залы заседаний и т. п. 2. Помещения, в которых работа производится на всей площади: формовочные и литейные цехи, цехи сборки крупных механизмов и т. п. 3. Помещения с большой плотностью расположения рабочих мест 4. Помещения, в которых производятся работы IV–VII разрядов
Общее локализованное (светильники распределены неравномерно или снабжены лампами различной мощности и создают в разных зонах помещения разную освещенность)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помещения, на разных участках которых выполняются работы, требующие различной освещенности 2. Помещения, где рабочие поверхности, для которых необходима повышенная освещенность, имеют большие размеры или расположены сосредоточенными группами 3. Помещения, оснащенные производственным оборудованием крупных габаритов
Комбинированное (на рабочих местах – местное освещение, а на всей площади помещения – общее, создающее освещенность не менее 10% от нормируемой при комбинированном освещении). При этом минимальная освещенность должна составлять 30 лк при лампах накаливания и 75 лк при люминесцентных лампах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помещения, в которых необходима высокая освещенность рабочих мест или определенное направление света, при условии, что эти рабочие места имеют ограниченные размеры и расположены не слишком близко друг от друга 2. Помещения, рабочие места в которых по своему расположению экранированы частями оборудования и не попадают под общее освещение
Переносными ручными светильниками	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помещения, где производится периодический осмотр и ремонт механического или технологического оборудования 2. Помещения, где требуется временное увеличение освещенности отдельных мест, например, при сборке, формовке, осмотре и т. п.

2.5. Производственный шум и вибрация

2.5.1. Физические и физиологические характеристики шума и вибрации. В качестве звука мы воспринимаем упругие колебания среды – газа, жидкости и твердого тела, распространяющиеся волно-

образно в воздухе. Сочетание звуков различной частоты и интенсивности представляет собой **шум**. Звуки, распространяющиеся в воздухе, вызывают воздушный шум. При колебаниях, распространяющихся в твердых телах, возникает структурный шум. В твердых телах, имеющих конечные размеры, колебательный процесс проявляется в форме вибрации.

Процесс возникновения воздушного звука механического происхождения упрощенно можно представить с помощью колебания механического стержня. Если не зажатый конец стержня отклонить от положения равновесия и отпустить, он начнет совершать колебательные движения. Эти колебания вызовут смещение прилегающих к стержню частиц воздуха. Воздух является упругой средой, поэтому смещенные частицы под влиянием упругости будут снова возвращаться в свое исходное состояние, образуя при этом зоны уплотнения и разрежения с различной величиной давления. Такие уплотнения и разрежения последовательно от частицы к частице распространяются в воздушной среде с определенной скоростью от источника возбуждения в виде звуковых волн. Скорость распространения звука в воздухе при температуре 20°C и нормальном атмосферном давлении равна 344 м/с.

Достигнув барабанной перепонки уха, звуковая волна вызывает ее колебания. Далее эти колебания воспринимаются слуховыми органами, передаются в слуховые центры головного мозга и создают ощущение звука.

Характер шума зависит от вида источника. Шум можно подразделить на:

а) *механический*, возникающий в результате движения отдельных деталей и узлов машины (особенно значительный при неисправности механизмов или механизмов с неуравновешенными массами и т. д.), например, работающие металлообрабатывающие станки;

б) *ударный*, возникающий при некоторых технологических процессах: ковке, штамповке, клепке;

в) *аэро(гидро)динамический*, возникающий при больших скоростях движения газов, паров, жидкости, например, шум газовых струй реактивных двигателей, шум, возникающий при всасывании воздуха компрессорными установками и др.

Основные физические характеристики звука: частота f (Гц), звуковое давление P (Па), интенсивность или сила звука I (Вт/м²), звуковая мощность ω (Вт). Частота – одна из основных характеристик, по которой мы различаем звук. **Частота колебаний** – это число полных

колебаний за одну секунду. Частота колебаний, вызывающих слуховое ощущение звука, находится в пределах от 16 до 20000 Гц. Ухо человека наиболее чувствительно к звукам частотой от 1000 до 3000 Гц. Наибольшая острота слуха наблюдается в возрасте 15–20 лет. С возрастом слух ухудшается. Колебания с частотой ниже 16 Гц называются *инфразвуком*, а свыше 20000 Гц – *ультразвуком*. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

Звуковым давлением P называется дополнительно возникающее давление при прохождении в какой-либо среде звуковой волны.

Распространение звуковой волны сопровождается и переносом энергии. **Интенсивностью звука** I называется количество звуковой энергии, проходящее в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярную к направлению распространения звуковой волны.

Минимальная интенсивность звука, которая воспринимается ухом, называется *порогом слышимости*. В качестве стандартной частоты сравнения принята частота 1000 Гц. При этой частоте порог слышимости $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², а соответствующее ему звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Максимальная интенсивность звука, при которой орган слуха начинает испытывать болевое ощущение, называется *порогом болевого ощущения*, равным 10^2 Вт/м², а соответствующее ему звуковое давление $P = 2 \cdot 10^2$ Па. Между порогом слышимости и болевым порогом лежит *область слышимости*.

Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука. При этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума.

Поэтому на практике для характеристики шума принято оценивать звуковое давление и интенсивность звука не в абсолютных, а в относительных единицах – *белах* (Б). Измеренные таким образом величины называются *уровнями*. Так как орган слуха человека способен различать изменения уровня интенсивности звука на 0,1 Б, то для практического использования применяется единица в 10 раз меньше – *децибел* (дБ).

Уровень звукового давления – выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления в определенной полосе частот к стандартизованному исходному значению звукового давления (порогу слышимости):

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (2.23)$$

где L – уровень звукового давления, дБ; P – среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ – исходное значение звукового давления в воздухе, Па.

Уровень интенсивности звука определяется по формуле

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (2.24)$$

где I – интенсивность звука, Вт/м²; $I_0 = 10^{-12}$ – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости, Вт/м².

Таким образом, все воспринимаемые человеческим ухом звуки можно оценить уровнями от 0 до 140 дБ. На практике обычно производят вычисления уровней до целых чисел, так как изменения уровня звукового давления менее чем на 1 дБ слухом не воспринимаются.

Уровни звукового давления некоторых источников шума приведены в табл. 2.10.

Таблица 2.10

Характеристики источников шума

Источники звуков и слуховые пороги	Уровень звукового давления, дБ
Порог слышимости	0
Шелест листвы	10–20
Шепот на расстоянии 1 м	30–40
Тихая речь	50–60
Шум при работе токарного станка	70–80
Шум при работе пневматического инструмента	110–120
Шум реактивного двигателя на расстоянии 1 м от сопла	Более 140
Порог болевого ощущения	140

При уровне шума выше 80 дБ становится трудно разговаривать, уровень шума 120 дБ вызывает ощущение давления в ушах, при 130–140 дБ шум создает болевое ощущение, при 160 дБ и выше происходит механическое повреждение органов слуха и внутренних органов, при уровнях порядка 180 дБ начинают разрушаться металлические соединения (заклепочные и сварочные швы).

Суммарный уровень звукового давления L , дБ, создаваемый несколькими источниками звука с одинаковым уровнем звукового давления L_i , рассчитываются по формуле

$$L = L_i + 10 \lg n, \quad (2.25)$$

где n – число источников шума с одинаковым уровнем звукового давления.

Так, например, если шум создают два одинаковых источника шума, то их суммарный шум на 3 дБ больше, чем каждого из них в отдельности.

Суммарный уровень звукового давления нескольких различных источников звука, определяется по формуле

$$L = 10 \lg(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n}), \quad (2.26)$$

где L_1, L_2, \dots, L_n – уровни звукового давления, создаваемые каждым из источников звука в исследуемой точке пространства.

Так как чувствительность слухового аппарата человека различна для различных частот, то для того, чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию человеком, введено понятие скорректированного уровня звукового давления. Для коррекции вводятся зависящие от частот звука поправки к уровню звукового давления. Эти поправки стандартизированы; наиболее употребительна коррекция «А».

Уровень звука – выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления, скорректированного по стандартизированной частотной характеристике «А», к стандартизованному исходному значению звукового давления; измеряется в дБА (децибелах по частотной характеристике «А») и определяется по формуле

$$L = 20 \lg \frac{P_A}{P_0}, \quad (2.27)$$

где L – уровень звука, дБА; P_A – среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции «А», Па; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ – исходное значение звукового давления в воздухе, Па.

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот. За ширину полосы принята *октава*, т. е. интервал частот, в котором высшая частота f_2 в два раза больше низшей f_1 . В практике используют октавные ($f_2 / f_1 = 2$) и третьоктавные ($f_2 / f_1 = \sqrt[3]{2}$) полосы частот. В качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота $f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$. Например, октавную полосу 22,4–45 Гц выражает среднегеометрическая частота 31,5 Гц; 45–90 Гц – 63 Гц и т. д. В результате сформирован стандартный ряд

из девяти октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Сложный шум может быть разложен на простые составляющие тона с указанием интенсивности и частоты каждого тона. Графическое изображение состава шума называется **спектром** и является его важнейшей характеристикой. Спектр шума показывает распределение колебательной энергии по звуковому диапазону частот.

Шумы классифицируются в соответствии с СанПиН 2.2.4./2.1.8.10-32–2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

По характеру спектра шум следует подразделять на широкополосный и тональный.

Широкополосный шум – шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

Тональный шум – шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) составляющие.

Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шума выделяют постоянный и непостоянный шум.

Постоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется не более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «медленно».

Непостоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «медленно».

Непостоянный шум подразделяют на *колеблющийся, прерывистый* и *импульсный*.

Колеблющийся шум – шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени.

Прерывистый шум – шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более.

Импульсный шум – шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука, измеряемые на стандартизованных временных характеристиках шумомера «импульс» и «медленно», отличаются на 7 дБА и более.

Объективный уровень звукового давления (или интенсивности звука) не дает представления о его физиологическом восприятии. Ухо человека неодинаково чувствует различные частоты, поэтому звуки одной и той же интенсивности, но различной частоты субъективно оцениваются как неодинаково громкие. И, наоборот, звуки, различной интенсивности и частоты могут восприниматься органом слуха при разном уровне их интенсивности как одинаково громкие. Например, звук частотой 100 Гц и силой 50 дБ воспринимается как равногромкий звуку частотой 1000 Гц и силой 20 дБ. Субъективное ощущение интенсивности звука оценивается уровнем его громкости.

За единицу **уровня громкости** – фон, принимается разность уровней интенсивности в 1 дБ эталонного звука частотой 1000 Гц. На частоте 1000 Гц уровни громкости приняты равными уровням звукового давления.

Соотношения между уровнем звукового давления в децибелах и уровнем громкости в фонах хорошо иллюстрируются кривыми равной громкости, представленными на рис. 2.3. Каждая кривая представляет собой геометрическое место точек, координаты которых – частота и интенсивность звука – обеспечивают одинаковую слышимость.

Вибрация – механические колебания и волны в твердых телах, воспринимаемые организмом человека как сотрясения. Часто вибрации сопровождаются слышимым шумом.

Принято считать, что диапазон колебаний, воспринимаемый человеком как вибрации при непосредственном контакте с колеблющейся поверхностью, лежит в пределах 12–8000 Гц. Колебания с частотой до 12 Гц воспринимаются всем телом как отдельные толчки.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на локальную и общую.

Общая вибрация – вибрация, передающаяся через опорные поверхности на тело стоящего или сидящего человека.

Локальная вибрация – вибрация, передающаяся через руки человека, действующая на ноги сидящего человека или предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями.

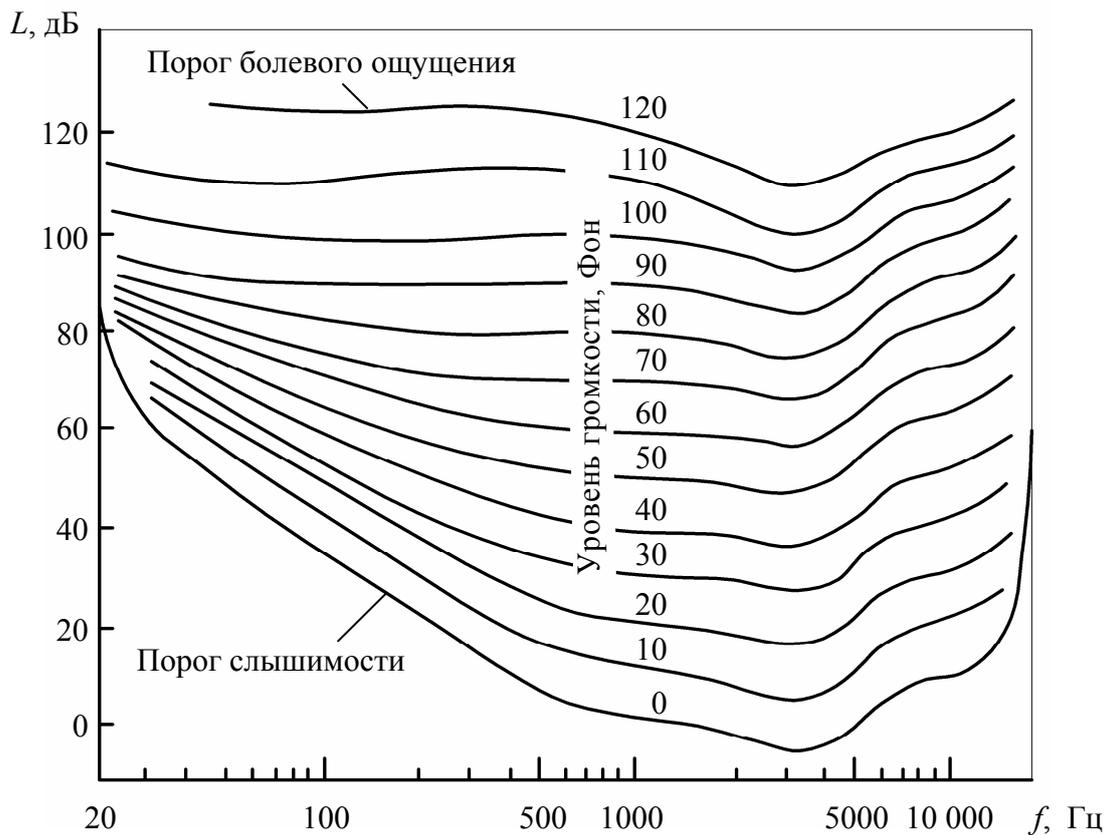


Рис. 2.3. Кривые равной громкости

Основные параметры, характеризующие вибрацию: частота f (Гц); амплитуда смещения A (м) (величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия); колебательная скорость v (м/с); колебательное ускорение a (м/с²).

Также как и для шума, весь спектр частот вибраций, воспринимаемых человеком, разделен на октавные и третьоктавные полосы.

Поскольку диапазон изменения параметров вибрации от пороговых значений, при которых она не опасна, до действительных большой, то удобнее измерять не действительные значения этих параметров, а логарифм отношения действительных значений к пороговым. Такую величину называют логарифмическим уровнем параметра, а единицу ее измерения – *децибел* (дБ).

Логарифмические уровни виброускорения L_{a_i} , дБ, в i -й октавной или третьоктавной полосе – уровни, непосредственно измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот или определяемые по формуле

$$L_{a_i} = 20 \lg \frac{a_i}{a_0}, \quad (2.28)$$

где a_i – средние квадратические значения виброускорения в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с²; a_0 – исходное значение виброускорения, $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с².

Логарифмические уровни виброскорости L_{v_i} , дБ, в i -й октавной или третьоктавной полосе – уровни, непосредственно измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот или определяемые по формуле

$$L_{v_i} = 20 \lg \frac{v_i}{v_0}, \quad (2.29)$$

где v_i – средние квадратические значения виброскорости в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с; v_0 – исходное значение виброскорости, $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Корректированный по частоте уровень параметра вибрации L_u , дБ – одночисловая характеристика вибрации, непосредственно измеряемая с применением виброметров с корректирующими фильтрами или определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных (третьоктавных) полосах с учетом октавных (третьоктавных) весовых коэффициентов (поправок) по формуле

$$L_u = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{u_i} + \Delta L_{u_i})}, \quad (2.30)$$

где L_u – корректированный по частоте уровень параметра вибрации, дБ; L_{u_i} – октавные (третьоктавные) уровни параметра вибрации, дБ; ΔL_{u_i} – октавные (третьоктавные) весовые поправки, дБ; i – порядковый номер октавной (третьоктавной) полосы; n – число октавных (третьоктавных) полос.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на:

- общую вибрацию 1 категории – транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности (тракторы, самоходные машины, грузовые автомобили);
- общую вибрацию 2 категории – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок (экскаваторы, краны промышленные и строительные, напольный

производственный транспорт), а также на рабочих места водителей легковых автомобилей и автобусов;

- общую вибрацию 3 категории – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации (станки, кузнечно-прессовое оборудование, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы и др.). Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

- а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

- б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию;

- в) на рабочих местах в административных и служебных помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

Локальная вибрация в зависимости от источника возникновения подразделяется на передающуюся от: ручных машин с двигателем или ручного механизированного инструмента; органов управления машин и оборудования; ручных инструментов без двигателей и обрабатываемых деталей.

По направлению действия вибрация подразделяется на:

- общую вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_0 , Y_0 , Z_0 , где X_0 (от спины к груди) и Y_0 (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; Z_0 – вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п.;

- локальную вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат $X_{л}$, $Y_{л}$, $Z_{л}$, где ось $X_{л}$ совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т. п.), ось $Y_{л}$ перпендикулярна ладони, а ось $Z_{л}$ лежит в плоскости, образованной осью $X_{л}$ и направлением приложения силы или подачи обрабатываемого (или осью предплечья, когда сила не прикладывается).

По характеру спектра вибрация подразделяется на:

- узкополосную вибрацию, для которой уровень контролируемого параметра в одной третьоктавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает уровень в соседних третьоктавных полосах;
- широкополосную вибрацию с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

По частотному составу вибрация подразделяется на:

- низкочастотную вибрацию (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1–4 Гц – для общей вибрации, 8–16 Гц – для локальной вибрации);
- среднечастотную вибрацию (8–16 Гц – для общей вибрации, 31,5–63 Гц – для локальной вибрации);
- высокочастотную вибрацию (31,5–63 Гц – для общей вибрации, 125–1000 Гц – для локальной вибрации).

По временным характеристикам вибрация подразделяется на:

- постоянную вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с;
- непостоянную вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе:
 - а) колеблющуюся во времени вибрацию, для которой величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;
 - б) прерывистую вибрацию, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;
 - в) импульсную вибрацию, состоящую из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

2.5.2. Воздействие шума и вибрации на организм человека.

Борьба с шумом стала в настоящее время социальной проблемой. Производственный шум отрицательно действует не только на людей, работающих на шумных производственных участках, но и на весь контингент лиц, обслуживающих данное производство, и на население, проживающее вблизи территории завода.

Установлено, что производственный шум, превышающий предельно допустимый уровень звукового давления, при длительном воздействии приводит к профессиональным заболеваниям органов слуха, вызывая частичную или полную глухоту, к болезням нервной, сердечно-

сосудистой систем и кишечно-желудочного тракта. Функциональные нарушения нервной системы развиваются значительно раньше, чем слухового аппарата. Такое общее заболевание организма под воздействием шума называют *шумовой болезнью*.

На основании всесторонних исследований, проведенных на рабочих различных профессий, выявлен характерный комплекс расстройств. Постоянными являются жалобы, указывающие на нарушение нервно-психического равновесия, повышенную утомляемость, головную боль, головокружение, бессонницу, раздражительность, вялость и др. У некоторых людей имеет место нарастающая непереносимость к шуму, заставляющая их менять профессию.

Лица, работающие на шумных производствах, предъявляют жалобы, свидетельствующие и о нарушениях сердечно-сосудистой системы: боли в области сердца, приступы сердцебиения, одышка. Отмечается повышение или понижение артериального давления.

Длительное воздействие шума приводит к утомлению органа слуха и с течением времени вызывает патологические изменения, которые появляются в результате истощения адаптационной способности и нарушения нормальных процессов в слуховом рецепторе.

Минимальный уровень звукового давления, при котором начинает сказываться утомляющее действие шума на орган слуха человека, зависит от частоты воспринимаемых звуков. Так, для звуков диапазона 2000–4000 Гц утомляющее действие начинается с 80 дБ, а для звуков 5000–6000 Гц – с 60 дБ.

Появление утомляемости, следует рассматривать как ранний симптом развития шумовой болезни.

Рабочие всех профессий, связанных с шумом, в той или иной мере страдают *тугоухостью*, в особенности, если общий уровень интенсивности шума достигает 90 дБ и более.

Люди, работающие в условиях большого шума, быстро утомляются – следствием чего является значительное понижение производительности труда и увеличение брака. Нередко шум является косвенной причиной увеличения травматизма на предприятии вследствие притупления внимания и реакции работающих.

Некоторые виды вибрации оказывают неблагоприятное воздействие на нервную систему, вестибулярный аппарат и сердечно-сосудистую систему организма человека. С увеличением мощности двигателей и скоростей движения агрегатов параметры вибрации увеличиваются и гигиеническое значение их возрастает.

Наиболее вредное воздействие на организм человека оказывает вибрация, частота которой совпадает с частотой резонанса отдельных частей тела человека (частота резонанса человека). При этом особенно неприятны колебания в области низких звуковых и дозвуковых (инфразвуковых) частот.

И общая, и местная вибрация могут привести к развитию *вибрационной болезни*. Эта болезнь характеризуется нарушением деятельности различных функций организма и, в первую очередь, периферической и центральной нервной системы. Больные жалуются на головные боли, бессонницу, повышенную утомляемость, раздражительность. К числу характерных симптомов вибрационной болезни следует отнести также нервно-сосудистые нарушения, проявляющиеся в побелении кожи на руках. Кроме того, возникают изменения в мышцах и костно-суставные нарушения в кистях, реже в области лучезапястных, локтевых и плечевых суставов. У больных вибрационной болезнью отмечаются функциональные нарушения пищеварительного тракта, вызывающие гастриты и тому подобные заболевания.

Работы последних лет, посвященные изучению воздействия вибраций на организм человека, позволили установить, что: а) специфика вибрационной болезни определяется спектральным составом вибраций; б) человек более чувствителен к воздействию вибраций статистического характера, чем гармонического; в) степень воздействия вибраций однозначно определяется переданной человеку колебательной энергией.

Экспериментальными исследованиями установлена зависимость развития вибрационной болезни от продолжительности воздействия вибраций. Монотонная работа, однообразные движения в течение рабочего дня без переключения на другие операции, отсутствие микропауз в работе способствуют быстрому развитию вибрационной болезни.

При совместном воздействии на организм вибраций и шума наступают более ярко выраженные изменения со стороны некоторых показателей функционального состояния организма. Это относится к слуховой и вибрационной чувствительности центральной нервной системы. При сочетании шума и вибраций порог слуховой чувствительности повышается в 1,7–1,8 раза, а порог вибрационной чувствительности в 1,1–1,2 раза больше, чем при раздельном воздействии вибраций или шума.

Восстановление физиологических функций после одновременного воздействия шума и вибраций протекает более длительно, чем после раздельного их воздействия.

2.5.3. Нормирование и контроль шума и вибрации на производстве. Условия труда по шуму нормируются в соответствии с Сан-ПиН 2.2.4/2.1.8.10–32–2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются:

- уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле (2.23);

- уровни звука в дБА, определяемые по формуле (2.27).

Оценка постоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровню звука. Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие санитарным правилам.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, 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. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются:

- эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА, определяемый по формуле (2.31);

- максимальный уровень звука в 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; измеряется в дБА и определяется по формуле

$$L_{\text{АЭКВ}} = 10 \lg \left\{ T^{-1} \int_0^T \left[\frac{P_{\text{А}}(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\}, \quad (2.31)$$

где $L_{\text{АЭКВ}}$ – эквивалентный (по энергии) уровень звука непостоянного шума, дБА; $P_{\text{А}}(t)$ – текущее значение среднего квадратического звукового давления с учетом коррекции «А», Па; T – заданный интервал времени, с.

Максимальный уровень звука – уровень звука, соответствующий максимальному показанию измерительного прямопоказывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня

звука, превышаемое в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим устройством; измеряется в дБА.

Оценка непостоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по эквивалентному, так и по максимальному уровням звука. Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие санитарным правилам.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест представлены в табл. 2.11.

Для тонального и импульсного шума предельно допустимые уровни должны приниматься на 5 дБ (дБА) меньше значений, указанных в табл. 2.11.

Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления предельно допустимые уровни принимаются на 5 дБ (дБА) меньше значений, указанных в табл. 2.11 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается).

Дополнительно для колеблющегося во времени, прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, для импульсного шума – 125 дБА_I. Для импульсного шума с уровнем 110 дБА_I и более следует дополнительно проводить измерения шума в режиме «Пик» шумомера.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБА (дБ).

Измерения шума проводятся в соответствии с ГОСТ 12.1.050–86 ССБТ «Методы измерения шума на рабочих местах». Измерения шума должны производиться для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах, допустимым по санитарным нормам.

Устанавливаются следующие измеряемые и рассчитываемые величины в зависимости от временных характеристик шума: уровень звука, дБА, и октавные уровни звукового давления, дБ, – для постоянного шума; эквивалентный уровень звука и максимальный уровень звука, дБА, – для колеблющегося во времени шума; эквивалентный уровень звука, дБА, и максимальный уровень звука, дБА_I, – для импульсного шума; эквивалентный и максимальный уровни, дБА, – для прерывистого шума. Результаты измерений должны характеризовать шумовое воздействие за время рабочей смены (рабочего дня).

Таблица 2.11

**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 эквивалент- ные уровни звуча (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предприятия, учреждения и организации										
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, 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
2. 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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному 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
4. 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
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 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
Автобусы, грузовые, легковые и специальные автомобили										
6. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
7. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и другие аналогичные виды машин										
8. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Устанавливается следующая продолжительность измерения постоянного шума: половина рабочей смены (рабочего дня) или полный технологический цикл. Допускается общая продолжительность измерения 30 мин, состоящая из трех циклов каждый продолжительностью 10 мин – для колеблющегося во времени; 30 мин – для импульсного; полный цикл характерного действия шума – для прерывистого.

Измерения шума необходимо производить при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее часто реализуемом (характерном) режиме его работы. Во время проведения измерений включается оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и другие обычно используемые в помещении устройства, являющиеся источником шума.

Микрофон шумомера следует располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (если работа выполняется стоя) или на высоте уха человека, подвергающегося воздействию шума (если работа выполняется сидя). Микрофон должен быть ориентирован в направлении максимального уровня шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

Для оценки шума на постоянных рабочих местах измерения следует проводить в точках, соответствующих установленным постоянным местам. Для оценки шума на непостоянных рабочих местах измерения следует проводить в рабочей зоне в точке наиболее частого пребывания работающего.

Контроль нормируемых параметров шума на рабочих местах должен производиться не реже одного раза в год.

Условия труда по вибрации нормируются в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33–2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

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 вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Нормируемый диапазон частот измерения вибрации устанавливается: для общей производственной вибрации – в октавных (широкополосная вибрация) или третьоктавных (узкополосная вибрация) полосах со среднегеометрическими частотами 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц, соответственно; для локальной производственной

вибрации – в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Нормируемыми параметрами постоянной производственной вибрации являются: средние квадратические значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот, или их логарифмические уровни, определяемые по формулам 2.28 и 2.29; скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни, определяемые по формуле 2.30.

Нормируемыми параметрами непостоянной производственной вибрации являются эквивалентные (по энергии) скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации – уровень параметра вибрации, при котором ежедневная (кроме выходных дней) работа, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров локальной производственной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 час) устанавливаются согласно табл. 2.12.

Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими приведенные в табл. 2.12 значения более чем на 12 дБ по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе частот, не допускается.

Таблица 2.12

Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_L, Y_L, Z_L			
	Виброускорение		Виброскорость	
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Корректированные и эквивалентные скорректированные значения и их уровни	2,0	76	2,0	112

Предельно допустимые величины нормируемых параметров общей производственной вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 8 ч устанавливаются в соответствии с данными табл. 2.13–2.15.

Таблица 2.13

Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 1 – транспортной

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения							
	Виброускорение				Виброскорость			
	м/с ²		дБ		м/с·10 ⁻²		дБ	
	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀	Z ₀	X ₀ , Y ₀
1,0	1,12	0,40	71	62	20,0	6,3	132	122
2,0	0,80	0,40	68	62	7,1	3,5	123	117
4,0	0,56	0,80	65	68	2,5	3,2	114	116
8,0	0,56	1,60	65	74	1,3	3,2	108	116
16,0	1,12	3,15	71	80	1,1	3,2	107	116
31,5	2,24	6,30	77	86	1,1	3,2	107	116
63,0	4,50	12,50	83	92	1,1	3,2	107	116
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	0,56	0,40	65	62	1,1	3,2	107	116

Таблица 2.14

Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 2 – транспортно-технологической

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X ₀ , Y ₀ , Z ₀			
	Виброускорение		Виброскорость	
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
2,0	0,40	62	3,50	117
4,0	0,28	59	1,30	108
8,0	0,28	59	0,63	102
16,0	0,56	65	0,56	101
31,5	1,12	71	0,56	101
63,0	2,25	77	0,56	101
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	0,28	59	0,56	101

**Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест
категории 3 – технологической типа «а»**

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0			
	Виброускорение		Виброскорость	
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
2,0	0,14	53	1,30	108
4,0	0,10	50	0,45	99
8,0	0,10	50	0,22	93
16,0	0,20	56	0,20	92
31,5	0,40	62	0,20	92
63,0	0,80	68	0,20	92
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	0,10	50	0,20	92

Контроль вибрации должен проводиться в типовых условиях эксплуатации, которые выбирают из наиболее распространенных условий практического применения контролируемого объекта.

Контроль вибрации проводят в точках, для которых определены санитарные и технические нормы в направлениях координатных осей, установленных санитарными правилами. Периодичность контроля локальной вибрации должна быть не реже двух раз в год, общей – не реже раза в год. Для оценки вибрационной нагрузки на оператора точки измерения выбирают в местах контакта оператора с вибрирующей поверхностью. При измерении локальной вибрации с участием человека-оператора вибропреобразователь устанавливают на переходном элементе-адаптере. При измерении общей вибрации вибропреобразователь устанавливают на промежуточной платформе около ног оператора, работающего стоя, или на промежуточном диске, размещаемом на сидении под опорными поверхностями оператора, работающего сидя.

Время усреднения (интегрирования) прибора при измерении локальной вибрации должно быть не менее 1 с, а общей вибрации – не менее 10 с. Измерения проводят непрерывно или через равные промежутки времени (дискретно).

При дискретном измерении спектров и корректированных по частоте значений интервал между снятием отсчетов для локальной вибрации должен быть не менее 1 с, для общей – не менее 10 с. При непрерывном измерении спектров и корректированных по частоте значений длительность измерения должна быть для локальной вибрации не менее 3 с, для общей вибрации – не менее 30 с. При непрерывном

измерении дозы вибрации или эквивалентного скорректированного значения контролируемого параметра длительность наблюдения должна быть для локальной вибрации не менее 5 мин, для общей вибрации – не менее 15 мин.

2.5.4. Защита от шума и вибрации. Во всех случаях наибольшая эффективность достигается при *уменьшении интенсивности шума и вибрации в источнике их возникновения* путем выбора специальной конструкции совершенного, бесшумного оборудования и инструмента, использования соответствующих материалов, высокого качества изготовления деталей, их правильного монтажа и эксплуатации. Следует иметь в виду, что при работе всех технических устройств около 40% шума создают различные зубчатые передачи и другие трансмиссии.

При выборе способов и средств защиты следует использовать возможность замены шумного оборудования или технологии менее шумными, выносить шумное оборудование за пределы рабочего помещения, более широко использовать средства подавления шума на путях его распространения (локализация шума и вибрации). Рационально также использовать дистанционное управление, ограничивать время работы шумного оборудования, предупреждать опасное маскирующее воздействие интенсивных источников, затрудняющих эффективную борьбу с шумом в отдельных производственных помещениях.

В последние годы разработано и внедрено на практике много весьма эффективных *звукоизолирующих материалов*, специальных конструкций и *звукоизолирующих преград*. Широкое использование их для изоляции, локализации, снижения уровня шума должно быть одним из важных профилактических направлений.

Все более широко используются также *виброизолирующие устройства* и *вибропоглощающие материалы*.

К высоким уровням шума при работе технологического оборудования часто приводят:

1) конструктивные особенности машин (удары и трение узлов и деталей); недостаточная жесткость крепления отдельных частей машины, создающая вибрацию; изготовление механизмов из звенящих металлов и др.;

2) технические недостатки из-за низкого качества изготовления оборудования: плохая динамическая балансировка вращающихся деталей и узлов, неточное выполнение шага зацепления и формы профиля зуба. Даже ничтожно малые отклонения в размерах деталей машин отражаются на спектре, уровне и других характеристиках шума;

3) некачественный монтаж оборудования на производственных площадках, приводящий к перекосам при работе деталей и узлов машин, а также к вибрациям несущих конструкций;

4) нарушение правил технической эксплуатации машин и агрегатов: отклонение в режиме работы оборудования по сравнению с паспортным, плохой уход за ним и др.;

5) несвоевременный и некачественный ремонт оборудования, ухудшающий качество работы машины и увеличивающий уровень производственного шума;

6) использование высокошумных технологических процессов, операций, отдельных машин и инструментов.

Интенсивным источником низкочастотных вибраций и шума является неуравновешенность вращающихся частей машин, выбор нерационального, излишне жесткого фундамента и т. д.

Комплекс мер по борьбе с шумом и вибрациями включает:

- жесткое крепление вибрирующих деталей и узлов;
- амортизацию, демпфирование, виброизоляцию с помощью рессор, упругих материалов (резина, войлок, асбест и др.), при которых невозможна передача собственных колебаний вибрирующих узлов и механизмов (за счет высокого внутреннего трения) основанию (фундаменту), другим частям оборудования. При этом собственная частота колебаний системы должна быть в $2/3$ раза меньше возбуждающей частоты. Образование шума и вибраций в этих условиях будет исключено, если одновременно будет обеспечена изоляция фундамента оборудования от грунта с помощью воздушных разрывов (акустических швов);

- снижение уровня шума от вентиляционных и нагревательных установок путем уменьшения скорости движения воздуха (газа) в установках и воздуховодах (увеличения площади их поперечного сечения), а также уменьшения числа поворотов, разделения воздушных (газовых) потоков, устранения вибрации трубопроводов от пульсирующих потоков и др.

При встрече с преградой одна часть энергии звуковой волны отражается от нее, другая поглощается ею, третья проходит через нее. Увеличением поглощающей и отражающей способности преграды (звукоизоляции) эффективно снижается уровень шума на рабочих местах.

Звукопоглощающие материалы (войлок, минеральная шерсть, асбест, асбосиликат, арболит, пористые штукатурки и др.) способны уменьшать шум. Эта способность различна для звуков разной частоты

(высокочастотные звуки поглощаются лучше, чем низкочастотные) и зависит от толщины звукопоглощающих преград. Особенно эффективно использовать многослойные звукоизолирующие кожухи, состоящие из гладких плотных материалов, между которыми размещены рыхлые, пористые звукопоглотители и др. Коэффициент звукопоглощения указанных выше современных материалов при частоте 1000 Гц равен 0,3–0,9, бетона и кирпича – 0,01–0,03.

Особое значение для профилактики шума имеют *архитектурно-планировочные решения*. Снижение уровня шума в воздухе пропорционально квадрату расстояния от источника шума. Защита расстоянием от шума является весьма эффективной. Мощным естественным звукопоглотителем является лиственный лес. При частоте 800–1000 Гц уровень звукового давления в лесу на 1 м расстояния снижается на 0,15 дБ.

Все это рекомендуется использовать для борьбы с шумом. При этом наиболее шумные производственные объекты следует выносить за пределы предприятий и жилых массивов на необходимое расстояние и располагать их с учетом розы ветров, направления, распределения звуковых волн (шум слышится дальше и сильнее по направлению ветра), рационально использовать лесонасаждения и водоемы.

Борьба с шумом должна быть направлена на устранение наиболее мощных высокочастотных источников, которые в основном определяют условия труда по шуму на рабочих местах и маскируют большое количество других источников с более низким уровнем шума. Если комплекс технических, организационных, архитектурно-планировочных и других мер не обеспечивает нормальных условий труда по шуму и вибрациям, используются различные *средства индивидуальной защиты* (антифоны, беруши, шумозащитные наушники и шлемы), изготовленные из пластичных (неопрен, воск) и твердых (резина, эбонит) материалов. Использование антифонов снижает уровень шума средней частоты на 15–30 дБ. Противошумные наушники ВЦНИИОТ – на 10–40 дБ. Антифоны эффективнее защищают от наиболее вредного высокочастотного шума.

Для защиты от вибраций широкое применение находят виброизолирующие перчатки и обувь.

Устранение отмеченных недостатков в технологии, технике, организации производства, комплексное использование современных методов борьбы с шумом позволят значительно снизить уровни шума и вибрации и улучшить условия труда на производстве.

2.6. Защита от инфразвука

2.6.1. Источники инфразвука и его классификация. Современное развитие технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощностей и габаритов машин, что обуславливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах шумов на рабочих местах и появление инфразвука.

Инфразвук – упругие колебания и волны с частотами ниже диапазона слышимости человека (ниже 20 Гц).

Производственный инфразвук возникает за счет турбулентности, резонанса, пульсации и возвратно-поступательного движения. Любые механизмы, работающие при частотах вращения вала менее 20 об/с, излучают инфразвук. Инфразвук сопровождается слышимым шумом.

По происхождению инфразвук делится на:

- *инфразвук механического происхождения* (создают машины и механизмы, имеющие поверхности больших размеров, совершающие низкочастотные механические колебания);
- *инфразвук аэро(гидро)динамического происхождения* (создают турбулентные потоки газов или жидкостей).

В отличие от шумов инфразвук имеет свои особенности: инфразвук имеет во много раз большие амплитуды колебаний, чем акустические волны; инфразвуковые колебания способны вызывать вибрацию крупных объектов вследствие явлений резонанса; инфразвук распространяется на большие расстояния от источника генерирования ввиду слабого поглощения его атмосферой.

Классификацию инфразвука устанавливает СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35–2002 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

По временным характеристикам инфразвук подразделяется на *постоянный* и *непостоянный*.

Постоянный инфразвук – инфразвук, общий уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения не более чем на 6 дБ при измерениях по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно».

Непостоянный инфразвук – инфразвук, общий уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения более чем на 6 дБ при измерениях по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно».

По характеру спектра инфразвук подразделяется на широкополосный и тональный.

Широкополосный инфразвук – инфразвук, с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

Тональный инфразвук – инфразвук, в спектре которого имеются слышимые дискретные составляющие. Гармонический характер инфразвука устанавливают в октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее, чем на 10 дБ.

2.6.2. Воздействие инфразвука на организм человека. Инфразвук способен оказывать неблагоприятное действие на весь организм человека, отражаться на его здоровье и работоспособности. При действии инфразвуковых колебаний возможны изменения со стороны нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем организма, при этом выраженность симптомов зависит от уровня инфразвука. Инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах.

Инфразвук в зависимости от частоты и уровня звукового давления оказывает влияние на функциональное состояние слухового и вестибулярного анализаторов, функцию дыхания, нервную и сердечно-сосудистую системы, приводя к головокружениям, головным болям, а также снижает внимание, работоспособность и приводит к появлению чувства страха и общему недомоганию.

Инфразвуки очень высокой мощности вызывают кровоизлияния и разрывы тканей в грудной клетке и брюшной полости. Преходящие инфразвуки повышенной мощности вызывают повреждения внутренних органов.

2.6.3. Нормирование и контроль инфразвука на производстве.
Общий уровень звукового давления – величина, измеряемая при включении на шумомере частотной характеристики «линейная» (от 2 Гц) или рассчитанная путем энергетического суммирования уровней звукового давления в октавных полосах частот без корректирующих поправок; измеряется в дБ и обозначается дБ Лин.

Среднее квадратическое значение звукового давления – квадратный корень из среднего по времени значения квадрата мгновенного звукового давления в заданной точке пространства за определенный интервал времени; измеряется в Па.

Уровень звукового давления – выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления в определенной полосе частот к стандартизованному исходному значению звукового давления:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (2.32)$$

где L – уровень звукового давления, дБ; P – среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; P_0 – исходное значение звукового давления в воздухе, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Эквивалентный (по энергии) общий (линейный) уровень звукового давления непостоянного инфразвука – общий уровень звукового давления постоянного инфразвука, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный инфразвук в течение заданного интервала времени:

$$L_{\text{ЭКВ}} = 10 \lg \left(T^{-1} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_i} \right), \quad (2.33)$$

где $L_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентный общий уровень звукового давления, дБ; T – время наблюдения, мин; t_i – продолжительность действия ступени с уровнем L_i , мин; n – общее число ступеней действия инфразвука; L_i – уровень инфразвука на i -й ступени, дБ.

Нормирование инфразвука осуществляется в соответствии с Сан-ПиН 2.2.4/2.1.8.10-35–2002 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

Нормируемыми параметрами постоянного инфразвука являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц, определяемые по формуле (2.32).

При одночисловой оценке постоянного инфразвука нормируемым параметром является общий уровень звукового давления при условии, что разность между уровнями, измеренными на частотных характеристиках шумомера «линейная» и «А» при включении временной характеристики «медленно», составляет не менее 10 дБ.

Нормируемыми параметрами непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и эквивалентный общий уровень звукового давления, определяемые по формуле (2.33).

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, дифференцированные для различных видов работ, а также допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки устанавливаются в соответствии с данными табл. 2.16.

**Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах,
допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях
и на территории жилой застройки**

Место измерения	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ Лин
	2	4	8	16	
Работа с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятий: – работы различной степени тяжести; – работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности	100	95	90	85	100
	95	90	85	80	95
Территория жилой застройки	90	85	80	75	90
Помещения жилых и общественных зданий	75	70	65	60	75

В качестве характеристики для оценки инфразвука (например, в случае тонального инфразвука) могут быть использованы уровни звукового давления в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20 Гц. Их следует пересчитывать в уровни в октавных полосах частот.

Для непостоянного инфразвука мгновенные (текущие) значения общего уровня звукового давления, измеренные по шкале шумомера «линейная», не должны превышать 120 дБ.

Измерение инфразвука на рабочих местах проводится в соответствии с СанПиН № 11-12-94 «Санитарные нормы инфразвука на рабочих местах». Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звукового давления по шкалам «Линейная» и «А» шумомера 1-го класса с частотной характеристикой усилителя от 2 Гц и микрофоном от 5 Гц.

Для оценки значимости инфразвука в общей шумовой обстановке на рабочем месте должны быть определены следующие характеристики: спектр шума, измеренный по ГОСТ 12.1.050-86 «Методы измерения шума на рабочих местах» с оценкой в соответствии с действующими допустимыми уровнями шума на рабочих местах; общий уровень звукового давления по шкале «Линейная» шумомера; спектр инфразвука.

Для установления степени выраженности инфразвука относительно шума следует использовать разность уровней по шкалам

«Линейная» и «А» шумомера: $(L_{\text{лин}} - L_A) \leq 10$ дБ – инфразвук практически отсутствует; $10 \text{ дБ} < (L_{\text{лин}} - L_A) \leq 20$ дБ – инфразвук не выражен; $(L_{\text{лин}} - L_A) > 20$ дБ – выраженный инфразвук.

Измерения проводят на постоянных рабочих местах или в рабочих зонах обслуживания при работе в характерном режиме. Точки измерения выбирают на расстоянии не более 20 м друг от друга для цехов и не более 3 м для кабин. Микрофон располагают на высоте 1,5 м от пола и на удалении не менее 0,5 м от человека, проводящего измерение. В кабинах транспортно-технологических машин измерения производят при открытых и закрытых окнах, при этом микрофон располагают на расстоянии 15 см от уха работающего.

2.6.4. Методы защиты от инфразвука. Для защиты от инфразвука предусматриваются следующие методы: ослабление инфразвука в его источнике; изоляцию инфразвука; поглощение инфразвука; индивидуальные средства защиты; медицинскую профилактику.

Наиболее эффективным средством борьбы с инфразвуком является снижение его в источнике. К таким мерам можно отнести: увеличение частот вращения валов более 20 оборотов в секунду; повышение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; конструктивные изменения источников, позволяющие из области инфразвуковых колебаний перейти в область звуковых колебаний, для снижения которых возможно применение методов звукоизоляции и звукопоглощения.

В борьбе с инфразвуком на путях распространения определенный эффект оказывают глушители интерференционного типа, обычно при наличии дискретных составляющих в спектре инфразвука.

В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуется применение наушников, вкладышей, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума.

Работающие в условиях воздействия инфразвука должны проходить предварительный и периодические медицинские осмотры. Рекомендуются лечебные и профилактические процедуры, применяемые для рабочих шумных и виброопасных профессий.

2.7. Защита от ультразвука

2.7.1. Источники ультразвука и его классификация. Источником ультразвука является производственное оборудование, в котором генерируется ультразвук для выполнения технологических

процессов, контроля и измерений, и производственное оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

Ультразвук – упругие колебания с частотами выше диапазона слышимости человека, распространяющиеся в виде волны в газах, жидкостях и твердых телах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны.

Ультразвук имеет единую природу со звуком и одинаковые характеристики, т. е. оценивается по частоте колебаний и интенсивности. Единицей измерения интенсивности ультразвука является Вт/см^2 , в гигиенической практике оценивается в относительных единицах – дБ.

По частотному составу ультразвуковой диапазон следует подразделять на: низкочастотный от $1,12 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц; высокочастотный от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц.

По способу распространения ультразвук следует подразделять на: распространяющийся воздушным путем (*воздушный ультразвук*); распространяющийся контактным путем при соприкосновении с твердыми и жидкими средами (*контактный ультразвук*).

2.7.2. Воздействие ультразвука на организм человека. Ультразвук оказывает на организм человека три вида воздействия: тепловое, механическое и кавитационное.

Чем выше частота колебаний, тем больше ультразвука поглощается тканями человека. Энергия, поглощенная телом, переходит в тепло и может вызвать опасное повышение температуры тела. Под воздействием переменного звукового давления ткани организма попеременно сжимаются и растягиваются. При этом перемещение клеток небольшое, но частота их велика, вследствие чего возникают большие ускорения. При интенсивности более $4 \cdot 10^4$ Вт/м^2 происходит разрушение клеток и изменение свойств тканей. При воздействии ультразвуковых волн малой интенсивности возникает в основном тепловой эффект, при умеренных интенсивностях воздействие может оказаться парализующим, при больших – смертельным.

Пребывание в звуковом поле, которое создается около ультразвуковых установок при отсутствии защиты, вызывает усталость, слабость, боли в ушах, головную боль, рвоту, возможны нарушения теплорегуляции, расстройства нервной и других систем организма, функций щитовидной железы и др.

Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов, гуморальные нарушения.

Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука и усиливается при наличии в спектре высокочастотного шума, к этому присоединяется выраженное снижение слуха.

2.7.3. Нормирование и контроль ультразвука на производстве. Нормирование ультразвука осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.001–89 «Ультразвук. Общие требования безопасности», СН 9-87 РБ 98 «Ультразвук, передающийся воздушным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах», СН 9-88 РБ 98 «Ультразвук, передающийся контактным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах».

Нормируемыми параметрами воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 кГц. Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 2.17.

Таблица 2.17

**Предельно допустимые уровни звукового давления
воздушного ультразвука на рабочих местах**

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	90
20	100
25	105
31,5–100,0	110

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; 16000; 31500 кГц или уровни виброскорости в этих же полосах частот.

Предельно допустимые уровни и пиковые значения виброскорости контактного ультразвука на рабочих местах не должны превышать значений, приведенных в табл. 2.18.

**Предельно допустимые уровни и пиковые значения виброскорости
контактного ультразвука на рабочих местах**

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровни виброскорости, дБ
8–63	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125–500	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105
$1 \cdot 10^3$ – $31,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 2.18, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

Контроль уровней ультразвука на рабочем месте проводят не реже 1 раза в год для установления соответствия фактических уровней ультразвука на рабочих местах допустимым и для разработки и определения эффективности мероприятий по защите от ультразвука.

Для источников, в которых ультразвук генерируется целенаправленно, контроль производят в нормируемом частотном диапазоне с верхней граничной частотой не ниже рабочей частоты этого источника.

Измерение уровней воздушного ультразвука следует проводить при типовых условиях эксплуатации оборудования, характеризующихся наибольшим уровнем ультразвука.

Точки измерения воздушного ультразвука на рабочем месте должны быть расположены на высоте 1,5 м от уровня основания (пола, площадки), на котором при выполнении работы стоит работающий, или на уровне его головы, если работа выполняется сидя, на расстоянии 5 см от уха и на расстоянии не менее 50 см от человека, проводящего измерения.

При проведении измерений аппаратура должна работать в соответствии с инструкцией по ее эксплуатации при включении измерительных приборов на временную характеристику «медленно» (S). Измерения необходимо выполнять не менее трех раз в каждой третьоктавной полосе для одной точки и затем вычислять среднее значение. Результаты измерений должны характеризовать воздействие ультразвука за время рабочей смены.

Измерение уровней контактного ультразвука в зоне контакта с твердой средой следует проводить в зоне максимальных амплитуд колебаний.

2.7.4. Методы защиты от ультразвука. При разработке нового и модернизации существующего оборудования, приборов и аппаратуры должны предусматриваться меры по максимальному ограничению ультразвука как в источнике возникновения, так и по пути 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.

Должна быть исключена возможность контактной передачи ультразвука другим частям тела, кроме рук.

Для защиты персонала, обслуживающего источники ультразвука, следует применять: дистанционное управление; блокировки, обеспечивающие автоматическое отключение источников ультразвука в случае открытия звукоизолирующих устройств или проведения вспомогательной 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).

При работе с источниками ультразвука должны соблюдаться требования правил техники безопасности, установленные в эксплуатационной документации на оборудование и средства измерения.

К работе с источниками ультразвука допускаются лица, не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие обучение и инструктаж по охране труда.

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.

Организация технологических процессов при работе на ультразвуковых установках с применением химических веществ должна исключать возможность контакта работающих с вредными веществами.

С целью предупреждения и ранней диагностики профессиональных заболеваний у работающих с контактным ультразвуком необходимо

проводить предварительные (при приеме на работу) и периодические медицинские осмотры.

2.8. Защита от электромагнитных полей

2.8.1. Источники и характеристика электромагнитных полей.

Практически во всех отраслях промышленности и в быту человек широко использует электромагнитную энергию. *По своему происхождению* электромагнитное излучение и создаваемый им электромагнитный фон могут быть природными и техногенными.

К *природным электромагнитным полям* (ЭМП) относятся электрические и магнитные поля земли, излучения солнца и галактик.

Техногенные источники могут быть производственными и бытовыми. К производственным источникам ЭМП относятся линии электропередач, электросварка, радиолокационные и телевизионные станции, антенны радиосвязи и др. В быту ЭМП создаются при работе бытовых электроприборов, телевизоров, микроволновых печей, радиотелефонов, компьютеров и др.

Спектр частот электромагнитных полей условно подразделяется на следующие диапазоны: *низкие частоты* (НЧ) до 30 кГц, *высокие частоты* (ВЧ) 30 кГц – 30 МГц, *ультравысокие частоты* (УВЧ) 30 МГц – 300 МГц, *сверхвысокие частоты* (СВЧ) 300 МГц – 300 ГГц.

Интенсивность электромагнитного поля в какой-либо точке пространства зависит от мощности генератора и расстояния до него. На характер распределения поля в помещении влияет наличие металлических предметов и конструкций, которые являются проводниками, а также несовершенных диэлектриков, находящихся в электромагнитном поле. На распределение поля оказывает влияние и присутствие людей. Индуцированные в них токи высокой частоты создают в окружающем пространстве высокочастотное электромагнитное поле вторичного излучения, которое накладывается на основное поле.

Вокруг источника излучения волн можно выделить три зоны: ближнюю – *зону индукции*, промежуточную – *зону интерференции*, дальнюю – *зону излучения*.

В зоне индукции интенсивность электрического и магнитного полей оценивается раздельно величинами электрической и магнитной составляющих в В/м для электрического и в А/м для магнитного полей. Такая оценка осуществляется для источников НЧ, ВЧ и УВЧ излучений.

Работающие с СВЧ-источниками практически находятся в волновой зоне. Интенсивность поля в этом случае оценивается величиной плотности потока энергии – количеством энергии, приходящейся на единицу поверхности, и выражается в Вт/м².

2.8.2. Воздействие электромагнитных полей на организм человека. Биологическая активность электромагнитных полей СВЧ зависит от длины волны. Наибольшее действие оказывают дециметровые волны, наименьшее – миллиметровые. Волны миллиметрового диапазона поглощаются поверхностными слоями кожи, сантиметрового – кожей и подкожной клетчаткой, дециметровые – внутренними органами. Эффект воздействия зависит от интенсивности поля и продолжительности контакта.

Селективный тепловой эффект в разных тканях организма зависит от воздействующей частоты. Различные ткани организма имеют разную диэлектрическую постоянную и разную проводимость, вследствие чего поглощение ими энергии на разных частотах и нагрев тканей неодинаковы. На частотах до 10 МГц размеры тела человека малы по сравнению с длиной волны и диэлектрические процессы в тканях слабо выражены.

Электромагнитные волны могут вызывать острые и хронические поражения. Поражения сказываются в нарушениях нервной и сердечно-сосудистой системы, системы кроветворения, других органов. Острые поражения встречаются редко. Чаще наблюдаются легкие хронические поражения. Субъективные ощущения при этом – быстрая утомляемость, головные боли, нарушение сна и т. п. Возможны также перегрев организма, изменение частоты пульса, сосудистых реакций, нервно-психические расстройства. Начальные изменения, возникающие в организме под воздействием электромагнитных полей, обратимы. Более выраженные стадии заболевания могут привести к снижению трудоспособности.

Степень и характер воздействия электромагнитных полей на организм человека определяется: длиной волны, интенсивностью излучения, режимом облучения (непрерывный или прерывистый), продолжительностью воздействия, размером облучаемой поверхности тела, индивидуальными особенностями человека, комбинированным действием совместно с другими факторами производственной среды (повышенная температура окружающего воздуха, наличие рентгеновского излучения, шум и др.).

Электромагнитные поля оказывают тепловое действие, приводят к структурным и функциональным изменениям в организме человека.

При воздействии электромагнитного поля на человека происходит поглощение энергии поля тканями тела человека. При длине волны, соизмеримой с размерами тела человека или его отдельного органа, образуются стоячие волны в живом организме, что приводит к концентрации тепловой энергии. Тепловое воздействие характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом ткани, а также отдельных органов и клеток. Особенно опасен нагрев для органов со слабой терморегуляцией (мозг, глаз, хрусталик глаза, органы кишечного тракта).

Электромагнитные поля изменяют ориентацию клеток или цепей молекул в соответствии с направлением силовых линий поля, ослабляют биохимическую активность белковых молекул, приводят к изменению структуры клеток крови, ее состава, эндокринной системы, вызывают помутнение хрусталика глаза (катаракту), трофические заболевания (выпадение волос, ломкость ногтей и др.), ожоги, омертвление тканей организма.

2.8.3. Нормирование электромагнитных полей. В Республике Беларусь для контроля безопасности воздействия ЭМП на человека используются следующие документы: СН 9-85 РБ 98 «Постоянное магнитное поле. Предельно допустимые уровни на рабочих местах», СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36–2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)», СанПиН 2.2.4.11-25–2003 «Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях».

СН 9-85 РБ 98 устанавливают нормируемые параметры, предельно допустимые уровни постоянного магнитного поля на рабочих местах и требования по ограничению его неблагоприятного влияния.

Нормируемыми параметрами постоянного магнитного поля являются напряженность поля и магнитная индукция. Постоянное магнитное поле возбуждается электромагнитами постоянного тока, литыми и металлокерамическими магнитами.

Магнитное поле характеризуется: магнитной индукцией B (Тл – тесла); потоком магнитной индукции Φ (Вб – вебер); напряженностью H (А/м).

Магнитная индукция является физической величиной, характеризующей направление действия магнитной силы и ее значение в данной точке поля.

Магнитная индукция – векторная величина, которая численно равна силе, с которой магнитное поле действует на проводник длиной в 1 м с протекающим по нему током в 1 А:

$$B = F / Il, \quad (2.34)$$

где B – магнитная индукция, Тл; F – сила, действующая на проводник с током, В; I – сила тока в проводнике, А; l – длина проводника, м.

Поток магнитной индукции – физическая величина, характеризующая количество магнитной индукция, воздействующее на единицу площади поверхности:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha, \quad (2.35)$$

где Φ – магнитный поток, Вб; B – магнитная индукция, Тл; S – площадь поверхности тела, м²; α – угол между направлением действия магнитной индукции и нормалью к поверхности.

Напряженность – физическая величина, характеризующая магнитное поле:

$$H = B / \mu_a, \quad (2.36)$$

где H – напряженность магнитного поля, А/м; B – магнитная индукция, Тл; μ_a – абсолютная магнитная проницаемость.

Предельно допустимые уровни напряженности и магнитной индукции постоянного магнитного поля на рабочих местах приведены в табл. 2.19.

Таблица 2.19

Предельно допустимые уровни напряженности и магнитной индукции постоянного магнитного поля на рабочих местах

Время воздействия за рабочий день, ч	Область воздействия			
	Общее (все тело)		Локальное (кисти рук, плечевой пояс)	
	Напряженность, кА/м	Магнитная индукция, мТл	Напряженность, кА/м	Магнитная индукция, мТл
8	8	10	8	10
1	16	20	24	30

СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36–2002 устанавливают предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия на людей электромагнитных излучений (ЭМИ РЧ) в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц и основные санитарно-гигиенические требования к разработке, изготовлению, приобретению

и использованию источников ЭМИ РЧ в процессе работы, обучения, быта и отдыха людей.

Оценка воздействия ЭМИ РЧ на людей осуществляется по следующим параметрам:

– по энергетической экспозиции, которая определяется интенсивностью ЭМИ РЧ и временем его воздействия на человека (для лиц, работа или обучение которых связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ);

– по значениям интенсивности ЭМИ РЧ (для лиц, работа или обучение которых не связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ; для работающих или учащихся лиц, не достигших 18 лет; для женщин в период беременности).

В диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями напряженности электрического поля (E , В/м), напряженности магнитного поля (H , А/м) и энергетической экспозицией (ЭЭ).

Энергетическая экспозиция определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека (ЭЭ_E , $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$ или ЭЭ_H , $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$).

В диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м²) и энергетической экспозицией плотности потока энергии ($\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}$, $(\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}$).

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в табл. 2.20.

Таблица 2.20

Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	ЭЭ_E , $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	ЭЭ_H , $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}$, $(\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}$
30 кГц – 3 МГц	20000	200	–
3–30 МГц	7000	не разработаны	–
30–50 МГц	800	0,72	–
50–300 МГц	800	не разработаны	–
300 МГц – 300 ГГц	–	–	200

Примечание. Во всех случаях при указании диапазонов частот каждый диапазон исключает нижний и включает верхний предел частоты.

Значения предельно допустимых уровней напряженности электрической ($E_{\text{пду}}$) и магнитной ($H_{\text{пду}}$) составляющих в зависимости от продолжительности воздействия приведены в табл. 2.21.

Значения предельно допустимых уровней плотности потока энергии (ППЭ_{пду}) в зависимости от продолжительности воздействия ЭМИ РЧ приведены в табл. 2.22.

Таблица 2.21

Предельно допустимые уровни напряженности электрической и магнитной составляющих в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия, ч	E _{пду} , В/м			H _{пду} , А/м	
	0,03–3 МГц	3– 30 МГц	30–300 МГц	0,03–3 МГц	30–50 МГц
8,0 и более	50	30	10	5,0	0,30
7,5	52	31	10	5,0	0,31
7,0	53	32	11	5,3	0,32
6,5	55	33	11	5,5	0,33
6,0	58	34	12	5,8	0,34
5,5	60	36	12	6,0	0,36
5,0	63	37	13	6,3	0,38
4,5	67	39	13	6,7	0,40
4,0	71	42	14	7,1	0,42
3,5	76	45	15	7,6	0,45
3,0	82	48	16	8,2	0,49
2,5	89	52	18	8,9	0,54
2,0	100	59	20	10,0	0,60
1,5	115	68	23	11,5	0,69
1,0	141	84	28	14,2	0,85
0,5	200	118	40	20,0	1,20
0,25	283	168	57	28,3	1,70
0,125	400	236	80	40,0	2,40
0,08 и менее	500	296	80	50,0	3,00

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,08 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

Таблица 2.22

Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²	Продолжительность воздействия, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²
1	2	6,0	33
8,0 и более	25	5,5	36
7,5	27	5,0	40
7,0	29	4,5	44
6,5	31	4,0	50

Продолжительность воздействия, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²	Продолжительность воздействия, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²
3,5	57	1,0	200
3,0	67	0,5	400
2,5	80	0,25	800
2,0	100	0,20 и менее	1000
1,5	133		

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,2 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

СанПиН 2.2.4.11-25–2003 устанавливают требования к условиям труда работающих, подвергающихся в процессе трудовой деятельности воздействиям непрерывных (синусоидальных) и прерывистых (импульсных) магнитных полей частотой 50 Гц.

Предельно допустимые уровни непрерывных (синусоидальных) магнитных полей устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия согласно табл. 2.23.

Таблица 2.23

**Предельно допустимые уровни воздействия
непрерывных (синусоидальных) магнитных полей частотой 50 Гц**

Время пребывания, ч	Допустимые уровни магнитных полей, H (А/м) / B (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
1	1600 / 2000	6400 / 8000
2	800 / 1000	3200 / 4000
4	400 / 500	1600 / 2000
8	80 / 100	800 / 1000

2.8.4. Методы защиты работающих от электромагнитных полей. 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, применение средств индивидуальной защиты.

Способ защиты в каждом конкретном случае должен определяться с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективности защиты.

Экранирование источников ЭМП или рабочих мест осуществляется с помощью отражающих или поглощающих экранов (стационарных

или переносных). Отражающие экраны выполняются из металлических листов, сетки, ткани с микропроводом и др. В поглощающих экранах используются специальные материалы, обеспечивающие поглощение излучения соответствующей длины волны. В зависимости от излучаемой мощности и взаимного расположения источника и рабочих мест конструктивное решение экрана может быть различным (замкнутая камера, щит, чехол, штора и т. д.).

К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т. д.).

Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМП с помощью общей защиты технически невозможно. Если защитная одежда изготовлена из материала, содержащего в своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновение к открытым токоведущим частям установок.

В тех случаях, когда уровни ЭМП на рабочих местах внутри экранированного помещения превышают ПДУ, персонал должен выводиться за пределы камер с организацией дистанционного управления аппаратурой.

В целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работники, связанные с воздействием ЭМП, должны в установленном порядке проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

2.9. Защита от ультрафиолетовых излучений

2.9.1. Источники и характеристика ультрафиолетовых излучений. Основными источниками производственного ультрафиолетового (УФ) излучения являются электросварочные, плазменные технологии, газорезка и газосварка, ультрафиолетовая сушка, установки для обеззараживания воздуха и воды, климатические камеры и аппараты искусственной погоды, медицинские облучатели, в том числе используемые для косметических целей.

Источники ультрафиолетового излучения условно разделяют на две группы – *открытые* и *закрытые*. К открытым относятся электро-, газосварочные и плазменные технологии, медицинские источники (бактерицидные облучатели, средства коллективной физиотерапии и др.), различные виды ламп и облучателей, применяемые в полиграфии, дефектоскопии и др. Они являются потенциально опасными, безопасность при работе с ними зависит от соблюдения требований

охраны труда, применения необходимых средств коллективной и индивидуальной защиты, ограничения времени нахождения в условиях облучения и др.

Вторая группа источников (рециркуляторы, установки для обеззараживания воды, аппараты искусственной погоды, климатические камеры, установки для фотокопирования, индивидуальной физиотерапии и др.) относительно безопасна для работников: при обычных режимах эксплуатации обслуживающий персонал защищен от вредного воздействия УФ-излучения конструкцией установок, препятствующей выходу УФ-лучей за пределы корпуса. Однако при юстировке, наладке оборудования, которую зачастую проводит обслуживающий персонал, уровни излучения могут превышать допустимые. Безопасность таких источников следует оценивать с двух позиций – работа оборудования в обычном режиме и при устранении неполадок.

Ультрафиолетовое излучение – электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны в пределах $\lambda = 200\text{--}400$ нм.

В связи с тем, что характер воздействий ультрафиолетовых излучений зависит от длины волны, их подразделяют *на три области*: УФ-А – область (спектр) ультрафиолетового излучения с $\lambda = 315\text{--}400$ нм; УФ-В – область (спектр) ультрафиолетового излучения с $\lambda = 280\text{--}315$ нм; УФ-С – область (спектр) ультрафиолетового излучения с $\lambda = 200\text{--}280$ нм.

Монохроматическое УФ-излучение – совокупность выделяемых источником фотонов, обладающих одинаковой длиной волны (в диапазоне $\lambda = 200\text{--}400$ нм).

Полихроматическое УФ-излучение – совокупность выделяемых источником фотонов с разной длиной волны ($\lambda = 200\text{--}400$ нм).

2.9.2. Воздействие ультрафиолетовых излучений на организм человека. Ультрафиолетовые излучения оказывают на организм человека действие физико-химического и биологического характера.

УФ-лучи обладают способностью вызывать фотоэлектрический эффект, люминесценцию, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций) и обладают значительной биологической активностью. При этом УФ-А отличаются сравнительно слабым биологическим действием, возбуждают флюоресценцию органических соединений. Лучи УФ-В обладают сильным эритемным и антирахитическим действием, а лучи УФ-С активно действуют на тканевые белки и липиды, вызывают гемолиз и обладают выраженным антирахитическим действием.

Избыток и недостаток этого вида излучения представляет опасность для организма человека. Воздействие на кожу больших доз УФ-излучения вызывает кожные заболевания – *дерматиты*. Пораженный участок имеет отечность, ощущается жжение и зуд. При воздействии повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему характерны следующие симптомы заболеваний: головная боль, тошнота, головокружение, повышение температуры тела, повышенная утомляемость, нервное возбуждение и др.

УФ-излучение характеризуется двояким действием на организм: с одной стороны, опасностью переоблучения, а с другой, – его необходимостью для нормального функционирования организма человека, поскольку УФ-лучи являются важным стимулятором основных биологических процессов. Наиболее выраженное проявление «ультрафиолетовой недостаточности» – авитаминоз, при котором нарушается фосфорно-кальциевый обмен и процесс костеобразования, а также происходит снижение защитных свойств организма от других заболеваний.

Установлено, что под воздействием УФ-излучения наблюдается более интенсивное выведение химических веществ (марганца, ртути, свинца) из организма и уменьшение их токсического действия. Повышается сопротивляемость организма, снижается заболеваемость, в частности простудными заболеваниями, повышается устойчивость к охлаждению, снижается утомляемость, повышается работоспособность.

УФ-излучение от производственных источников, в первую очередь, электросварочных дуг, может стать причиной острых и хронических профессиональных поражений.

Наиболее подвержен действию УФ-излучения зрительный анализатор. Ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 315 нм, действуя на глаза, вызывают заболевание, называемое *электроофтальмией*. Человек уже на начальной стадии этого заболевания ощущает резкую боль и ощущение песка в глазах, ухудшение зрения, головную боль. Заболевание сопровождается обильным слезотечением, а иногда светобоязнью и поражением роговицы. Оно быстро проходит (через один-два дня), если не продолжается воздействие УФ-излучения. Нередко обнаруживается эритема кожи лица и век.

С хроническими поражениями связывают хронический конъюнктивит, блефарит, катаракту хрусталика.

Кожные поражения протекают в виде острых дерматитов с эритемой, иногда отеком, вплоть до образования пузырей. Наряду с местной реакцией могут отмечаться общетоксические явления с повышением температуры, ознобом, головными болями, диспепсическими

явлениями. В дальнейшем наступают гиперпигментация и шелушение. Классическим примером поражения кожи, вызванного УФ-излучением, служит солнечный ожог.

Хронические изменения кожных покровов, вызванные УФ-излучением, выражаются в «старении» (солнечный эластоз), развитии кератоза, атрофии эпидермиса, возможно развитие злокачественных новообразований.

Важное гигиеническое значение имеет способность УФ-С излучения производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы, как известно, обладают высокой токсичностью и могут представлять большую профессиональную опасность, особенно при выполнении сварочных работ, сопровождающихся УФ-излучением, в ограниченных, плохо проветриваемых помещениях или в замкнутых пространствах.

2.9.3. Нормирование ультрафиолетовых излучений. Санитарные правила 2.2.4-13-45–2005 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников» устанавливают допустимые величины УФ-излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах от производственных источников с учетом спектра (области) излучения.

Нормативы интенсивности излучения установлены с учетом продолжительности воздействия на работающих, обязательного ношения спецодежды, головных уборов и использования средств защиты глаз.

Допустимая интенсивность облучения работников при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$, периода облучения до 5 минут, длительности пауз между ними не менее 30 минут и общей продолжительности воздействия за смену до 60 минут не должна превышать $50,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А; $0,05 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В; $0,001 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-С.

Допустимая интенсивность ультрафиолетового 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 минут и более не должно превышать $10,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А; $0,01 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В. Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

При проведении электросварочных и других работ с использованием специальной одежды и средств защиты лица и рук, пропускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т. п.),

допустимая интенсивность излучения в областях УФ-В и УФ-С (суммарно) не должна превышать $1,0 \text{ Вт/м}^2$.

При использовании комбинированных бактерицидных облучателей для обеззараживания воздуха и поверхностей поток от экранированных ламп, отраженный от потолка и стен на высоте 1,5 м от пола, в области УФ-С не должен превышать $0,001 \text{ Вт/м}^2$. Использование открытых ламп в присутствии людей не допускается.

Допустимая доза УФ-С, получаемая обслуживающим персоналом, должна составлять не более $3,6 \text{ Дж/м}^2$. При производственной необходимости более длительного пребывания персонала необходимо использование средств индивидуальной защиты (очки, лицевые маски и перчатки), защищающих глаза и кожу от УФ-излучения.

Допустимое время воздействия (T , мин) рассчитывается по формуле

$$T = 3,6 / E_{\text{БК}}, \quad (2.37)$$

где $E_{\text{БК}}$ – облученность УФ-С в рабочей зоне на горизонтальной поверхности на высоте 1,5 м от пола, Вт/м^2 .

При наличии в производственных помещениях источников УФ-облучения профилактического назначения допустимая облученность в спектре УФ-А должна быть не менее $0,009 \text{ Вт/м}^2$.

2.9.4. Методы защиты от ультрафиолетовых излучений. Для защиты от ультрафиолетового излучения применяются коллективные и индивидуальные способы и средства: экранирование источников излучения и рабочих мест; удаление обслуживающего персонала от источников ультрафиолетового излучения (защита расстоянием – дистанционное управление); рациональное размещение рабочих мест; специальная окраска помещений; средства индивидуальной защиты и предохранительные средства (пасты, мази).

Для экранирования рабочих мест применяют ширмы, щитки или специальные кабины. Стены и ширмы окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяют цинковые и титановые белила для поглощения ультрафиолетового излучения.

С целью профилактики отравлений окислами азота и озоном соответствующие помещения должны быть оборудованы местной вытяжной или общеобменной вентиляцией, а при производстве сварочных работ в замкнутых объемах (отсеках кораблей, различных емкостей) необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток или шлем.

К средствам индивидуальной защиты от ультрафиолетовых излучений относятся: термозащитная спецодежда; рукавицы; спецобувь;

защитные каски; защитные очки и щитки со светофильтрами в зависимости от выполняемой работы.

Для защиты кожи от ультрафиолетового излучения применяются мази с содержанием веществ, служащих светофильтрами для этих излучений (салол, салицилово-метиловый эфир и др.).

2.10. Санитарно-бытовое обеспечение работников

Административные и бытовые помещения следует размещать в отдельно стоящих зданиях или пристройках к производственным зданиям, а также во встройках и вставках производственных зданий I–V степеней огнестойкости категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д по взрывопожарной и пожарной опасности.

Помещения для мастеров и другого персонала; помещения для отдыха, обогрева или охлаждения; помещения курительных, уборных, умывальных, ручных ванн, полудушей, устройств питьевого водоснабжения и личной гигиены женщин, которые по условиям производства требуется располагать вблизи рабочих мест, допускается устраивать непосредственно в производственных зданиях, размещая их рассредоточено.

Сообщение между отдельно стоящими бытовыми зданиями и отапливаемыми производственными зданиями следует предусматривать по отапливаемым переходам. Отапливаемые переходы допускается не предусматривать в производственных зданиях с численностью работающих не более 30 человек в смену. При этом в производственных зданиях следует устраивать помещения для хранения теплой верхней одежды.

Помещения для обслуживания работающих: санитарно-бытовые, здравоохранения и общественного питания в бытовых зданиях предприятий, следует размещать в соответствии с СНБ 3.02.03–03 «Административные и бытовые здания».

Для расчета площади, оборудования и устройств бытовых помещений в технологической части проекта должны быть установлены следующие численности работающих: списочная, в наиболее многочисленной смене, а также в наиболее многочисленной части смены при разнице в начале и окончании смены 1 ч и более. В численности работающих должно быть учтено количество практикантов, проходящих производственное обучение.

В составе санитарно-бытовых помещений могут быть предусмотрены гардеробные, душевые, преддушевые, умывальные, уборные,

курильные, помещения для обогрева или охлаждения, помещения обработки, хранения и выдачи спецодежды, а также в соответствии с ведомственными нормативными документами другие дополнительные помещения санитарно-бытового назначения.

Санитарно-бытовые помещения (тип гардеробных, оборудование, состав специальных бытовых помещений) должны проектироваться в зависимости от *групп производственных процессов* согласно табл. 2.24.

Таблица 2.24

Требования по проектированию санитарно-бытовых помещений

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Расчетное число человек		Тип гардеробных, число отделений шкафа на 1 чел.	Специальные бытовые помещения и устройства
		на 1 душевую сетку	на 1 кран		
1	2	3	4	5	6
1	Производственные процессы с незначительными избытками явного тепла и пыли, вызывающие загрязнение веществами III и IV классов опасности:				
1а	– только рук;	25	7	Общие, одно отделение	–
1б	– тела и спецодежды;	15	10	Общие, два отделения	–
1в	– тела и спецодежды, удаляемые с применением специальных моющих средств	5	20	Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных	Стирка или химчистка спецодежды
2	Производственные процессы, протекающие при значительных избытках явного тепла или выделениях влаги, а также при неблагоприятных метеорологических условиях:				
2а	– при избытках явного конвекционного тепла;	7	20	Общие, два отделения	Помещения для охлаждения
2б	– при избытках явного лучистого тепла;	3	20	То же	То же

1	2	3	4	5	6
2в	– связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды;	5	20	Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных	Сушка спецодежды
2г	– при температуре воздуха до 10°С, включая работы на открытом воздухе	5	20	То же	Помещения для обогрева и сушка спецодежды
3	Производственные процессы с резко выраженными вредными факторами, вызывающие загрязнение веществами I и II классов опасности, обладающими стойким запахом:				
3а	– только рук;	7	10	Общие, одно отделение	–
3б	– тела и спецодежды	3	10	Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных	Химчистка спецодежды; искусственная вентиляция мест хранения спецодежды
4	Производственные процессы, требующие особого режима по чистоте и стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с ведомственными нормативными документами			

Примечания: 1. В случаях, когда производственные процессы одной группы содержат санитарные характеристики другой группы, следует тип гардеробных, число душевых сеток и кранов умывальных предусматривать по группе с наивысшими требованиями, а состав специальных бытовых помещений и устройств принимать по суммарным требованиям.

2. При производственных процессах группы 1а душевые и шкафы в гардеробных допускается не предусматривать.

3. При производственных процессах групп 1б и 3а скамьи у шкафов в гардеробных допускается не предусматривать.

4. При любых производственных процессах с выделением пыли или вредных веществ в гардеробных должны быть предусмотрены респираторные, рассчитанные на списочную численность работающих, пользующихся респираторами или противогазами, а также помещения и устройства для обеспыливания или обезвреживания спецодежды, рассчитанные на численность работающих в наиболее многочисленной смене.

5. Санитарно-бытовые помещения при работах с радиоактивными и инфицирующими материалами, а также с веществами, опасными для человека при поступлении через кожу, следует проектировать в соответствии с ведомственными нормативными документами.

6. Классы опасности веществ следует принимать по ГОСТ 12.1.007–76.

Перечень профессий с отнесением их к группам производственных процессов утверждается министерствами и ведомствами по согласованию с Министерством здравоохранения Республики Беларусь и руководящими органами отраслевых профсоюзов.

Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и спецодежды. При производственных процессах групп 1а, 1б, 2а, 2б и 3а гардеробные должны быть общими для всех видов одежды. При производственных процессах групп 1в, 2в, 2г и 3б должны предусматриваться отдельные гардеробные для спецодежды для каждой из указанных групп. Гардеробные уличной и домашней одежды могут быть общими для всех групп производственных процессов.

Для всех групп производственных процессов при списочной численности работающих на предприятии до 50 чел. допускается предусматривать общие гардеробные для всех видов одежды.

В гардеробных количество отделений в шкафах или крючков вешалок для домашней и спецодежды следует принимать равным списочной численности работающих, для уличной одежды – численности работающих в двух наиболее многочисленных смежных сменах.

При общих гардеробных или гардеробных уличной и домашней одежды следует предусматривать кладовые для хранения чистой и загрязненной спецодежды, помещения для дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, места для чистки обуви, глажения одежды, бритья, сушки волос и маникюра, а также уборные на одну-две напольные чаши (унитаза), если на расстоянии до 30 м от выхода из гардеробной не предусмотрены уборные общего пользования.

Кладовые спецодежды для групп производственных процессов 1 и 2а при численности работающих в наиболее многочисленной смене до 20 чел. допускается не предусматривать.

Число душевых сеток, кранов умывальных и специальных бытовых устройств, предусмотренных табл. 2.24, следует принимать по численности работающих в наиболее многочисленной 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 душевыми кабинами, ограждаемыми с трех сторон, а при производственных процессах групп 1в и 3б – открытыми душевыми кабинами со сквозными

проходами, ограждаемыми с двух противоположных сторон. До 20% 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. Допускается установка умывальников непосредственно в указанных гардеробных на предусматриваемых для этой цели площадях.

До 40% расчетного количества умывальников допускается размещать вблизи рабочих мест в производственных помещениях, в том числе в тамбурах при уборных.

Уборные в многоэтажных административных, бытовых и производственных зданиях должны быть на каждом этаже.

При численности работающих на двух смежных этажах не более 30 чел. допускается предусматривать уборные только на этаже с наибольшей численностью работающих.

При численности работающих на трех смежных этажах не более 10 чел. допускается предусматривать уборную на одном из этажей.

При численности работающих в наиболее многочисленной смене не более 15 чел. допускается предусматривать общую уборную для мужчин и женщин.

В мужских уборных следует применять, как правило, индивидуальные писсуары, количество которых должно быть равно количеству напольных чаш (унитазов), а при нечетном общем количестве санитарных приборов – на один больше. В соответствии с ведомственными нормами допускается предусматривать лотковые писсуары.

При количестве мужчин не более 15 чел. писсуар в уборной предусматривать не требуется.

Общее количество санитарных приборов (напольных чаш (унитазов) и писсуаров) в одной уборной должно быть не более 16.

Вход в уборную следует устраивать через тамбур с самозакрывающейся дверью.

Курительные следует предусматривать в случаях, когда по условиям пожарной безопасности или специфики производства курение в производственных помещениях или на площадке предприятия не допускается, а также при объеме производственного помещения менее 50 м³ на одного работающего.

Курительные следует размещать смежно с помещениями для отдыха в рабочее время или с уборными.

Расстояние до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, полудушей, устройств питьевого водоснабжения от рабочих мест в производственных зданиях должно быть не более 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия – не более 150 м.

2.11. Требования к водоснабжению предприятий

Водоснабжение промышленных предприятий следует проектировать с учетом охраны и комплексного использования водных ресурсов, кооперирования потребителей воды и возможности их перспективного развития.

В комплекс системы водоснабжения входят: сооружения для забора воды из источника, сооружения для приведения качества воды в соответствие с требованиями потребителей, емкости (резервуары, водонапорные башни), водоводы, магистральные и разводящие сети.

Системы водоснабжения классифицируются по ряду признаков: *по видам обслуживаемых объектов* (городские, поселковые, промышленные и др.); *по территориальному охвату* (местные, районные); *по назначению* (хозяйственно-питьевые, противопожарные, производственные, поливочные и др.);

На предприятиях лесного комплекса обычно сооружают водопроводы следующих основных видов:

- отдельные – производственный, хозяйственно-питьевой, противопожарный;
- отдельные – производственно-противопожарный и хозяйственно-питьевой;
- объединенный – производственно-противопожарно-хозяйственно-питьевой.

По конфигурации в плане водопроводные сети подразделяют на тупиковые и кольцевые.

Тупиковые сети применяют для обеспечения водой небольших объектов, допускающих перерывы в снабжении водой.

Кольцевые сети применяют при необходимости бесперебойного водоснабжения, при этом обеспечивается двустороннее водоснабжение любого объекта.

При проектировании и эксплуатации систем водоснабжения руководствуются требованиями СНБ 4.01.01–03 «Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования» и СНБ 4.01.02–03 «Противопожарное водоснабжение».

Нормы расхода воды (в литрах) на одного человека на хозяйственно-питьевое водоснабжение зависят от вида производственного помещения: для цехов с тепловыделениями более $84 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{час}$ – 45 л в смену, в остальных цехах – 25 л в смену. Для административных зданий норма расхода воды на одного человека в сутки – 12 л.

Расход воды на внутреннее и наружное пожаротушение, л/с, через пожарные краны и гидранты устанавливается в соответствии с СНБ 4.01.02–03 в зависимости от объема здания, степени огнестойкости и категории производства по взрывопожарной и пожарной опасности.

Расход воды на один пожар на наружное пожаротушение промышленных предприятий должен приниматься для здания, требующего наибольшего расхода воды согласно табл. 2.25 в зависимости от степени огнестойкости, категории, строительного объема, ширины здания и наличия фонарей.

Таблица 2.25

Расход воды на один пожар на наружное пожаротушение

Степень огнестойкости здания	Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, производственного здания шириной до 60 м при строительном объеме зданий, тыс. м ³						
		до 3	3–5	5–20	20–50	50–200	200–400	400–600
I–IV	B4, Г1, Г2, Д	10	10	10	10	15	20	35
I–IV	A, Б, В1–В3	10	10	15	20	30	35	40
V, VI	B4, Г1, Г2, Д	10	10	15	25	35	–	–
V, VI	В1–В3	10	15	20	30	40	–	–
VII, VIII	B4, Г1, Г2, Д	10	15	20	30	–	–	–
VII, VIII	В1–В3	15	20	25	40	–	–	–

Расход воды на наружное пожаротушение складов лесных материалов вместимостью до $10\,000 \text{ м}^3$ следует принимать по табл. 2.25 применительно к зданиям VII степени огнестойкости категорий В1–В3. При большей вместимости складов следует руководствоваться требованиями соответствующих нормативно-технических документов.

Расчетное число одновременных пожаров на предприятии принимают в зависимости от площади промплощадки: один пожар при площади предприятия до 150 га, два пожара при площади более 150 га. Расчетная продолжительность тушения пожара должна приниматься равной 3 ч, а для зданий I–IV степеней огнестойкости категорий B4, Г1, Г2 и Д – 2 ч.

Расход воды на внутреннее пожаротушение для административных и бытовых зданий – 2,5 л/с. Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода для остальных производственных зданий, а также минимальные расходы воды на пожаротушение следует определять по табл. 2.26.

Таблица 2.26

Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода и расход воды на внутреннее пожаротушение

Степень огнестойкости здания	Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности	Число струй и минимальный расход воды (на одну струю), л/с, на внутреннее пожаротушение производственного здания высотой до 50 м и строительным объемом, тыс. м ³				
		0,5–5	5–50	50–200	200–400	400–800
I–IV	A, Б, В1–В3	2×2,5	2×5	2×5	3×5	4×5
V, VI	В1–В3	2×2,5	2×5	2×5	–	–
V, VI	В4, Г1, Г2, Д	–	2×2,5	2×2,5	–	–
VII, VIII	В1–В3	2×2,5	2×5	–	–	–
VII, VIII	В4, Г1, Г2, Д	–	2×2,5	–	–	–

Расход воды на внутреннее пожаротушение, указанный в табл. 2.26, подлежит корректировке с учетом высоты компактной части струи, подаваемой на тушение пожара, а также диаметра sprыска пожарного ствола.

Объем пожарных резервуаров и открытых водоемов следует определять исходя из расчетных расходов воды и продолжительности тушения пожаров. При этом объем открытых водоемов необходимо рассчитывать с учетом возможного испарения воды и образования льда. Превышение кромки открытого водоема над наивысшим уровнем воды в нем должно быть не менее 0,5 м.

Количество пожарных резервуаров или водоемов должно быть, не менее двух, при этом в каждом из них должно храниться не менее 50% расчетного объема воды на пожаротушение.

Радиус обслуживания пожарными резервуарами или водоемами зданий и сооружений следует принимать не более 200 м.

3. ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Требования безопасности к производственным процессам

Требования безопасности к производственным процессам регламентируются ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Согласно указанному стандарту *безопасность производственных процессов должна быть обеспечена*: выбором технологических процессов, а также приемов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования; выбором производственных помещений, исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, производственного оборудования; размещением производственного оборудования и организацией рабочих мест; выбором способов хранения и транспортирования исходных материалов, заготовок и отходов производства; профессиональным отбором и обучением работающих; применением средств защиты работающих; включением требований безопасности в нормативно-техническую документацию.

Производственные процессы должны быть пожаро- и взрывобезопасными.

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ.

Требования безопасности к технологическому процессу должны быть изложены в технологической документации.

Проектирование, организация и проведение технологических процессов должны предусматривать: устранение непосредственного контакта с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие; замену технологических процессов и операций, связанных с возникновением опасных и вредных производственных факторов, на процессы и операции, при которых указанные факторы отсутствуют или обладают меньшей интенсивностью; комплексную механизацию, автоматизацию, применение дистанционного управления технологическими процессами при наличии опасных и вредных производственных факторов; герметизацию оборудования; применение средств коллективной защиты работающих; рациональную организацию труда и отдыха с целью профилактики монотонности и гиподинамии, а также ограничения тяжести труда; своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов

на отдельных технологических операциях; систему контроля и управления технологическими процессами, обеспечивающую защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования; своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов.

Исходные материалы, заготовки, полуфабрикаты не должны оказывать вредного действия на работающих, а в случаях, когда они обладают таковыми свойствами, должно быть предусмотрено применение соответствующих средств защиты работающих.

Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала.

Размещение оборудования и коммуникаций, являющихся источниками повышенной опасности и вредных производственных факторов, расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать действующим нормативам технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

Рабочие места должны иметь уровни и показатели освещенности, установленные для соответствующих видов работ.

Хранение исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства должно предусматривать: применение способов хранения, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов; использование безопасных устройств для хранения; механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ.

При транспортировании исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства необходимо обеспечить: использование безопасных транспортных коммуникаций; использование средств транспортирования, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов; механизацию и автоматизацию транспортирования.

Применение средств защиты работающих должно обеспечивать: удаление опасных и вредных веществ и материалов из рабочей зоны; снижение уровня вредных факторов до величин, установленных действующими санитарными нормами; защиту работающих от действия опасных и вредных производственных факторов как при нормальном течении процесса, так и при возникающих нарушениях.

Большое значение для предупреждения травматизма, своевременного информирования работника о состоянии технологического процесса, оборудования имеет сигнализация. Технологическая сигнализация подразделяется на контрольную, предупредительную и аварийную.

Контрольная сигнализация применяется для автоматического извещения о работе и останове отдельных механизмов и машин.

Предупредительная сигнализация применяется для автоматического извещения персонала о возникновении опасных изменений технологического режима (достижение крайних, предельных значений технологических параметров, дальнейшее отклонение которых может привести к аварии, пожару, взрыву).

Аварийная сигнализация служит для извещения обслуживающего персонала об аварийном отключении оборудования.

Специальные требования безопасности к отдельным технологическим процессам устанавливаются соответствующими стандартами подсистемы 3 ССБТ. Например, ГОСТ 12.3.04–88 ССБТ «Деревообрабатывающие производства. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.015–78 ССБТ «Работы лесозаготовительные. Требования безопасности» и т. д.

3.2. Требования безопасности к производственному оборудованию

Основополагающим стандартом, определяющим требования безопасности к производственному оборудованию, является ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Безопасность оборудования согласно указанному стандарту обеспечивается: выбором рациональных схем конструкций производственного оборудования и их безопасных элементов; применением в конструкциях оборудования механизации, автоматизации, дистанционного управления, средств защиты, автоматической сигнализации, автоблокировок; герметизацией оборудования, применением средств улавливания и очистки загрязненного воздуха; снижением генерируемого шума; виброизоляцией оборудования; выполнением требований эргономики; включением соответствующих требований безопасности в техническую документацию на транспортирование, монтаж, эксплуатацию, ремонт и хранение оборудования.

Производственное оборудование должно отвечать требованиям пожаровзрывобезопасности, быть электробезопасным, снабженным

средствами для снятия статического электричества и другими средствами защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов.

Необходимо, чтобы элементы и узлы конструкций машин, механизмов, станков, инструментов и другого оборудования не имели острых углов, неровных кромок и поверхностей, если это не установлено функциональным назначением оборудования.

Составные части оборудования, в том числе провода, кабели, трубопроводы должны выполняться так, чтобы исключалась возможность их случайного повреждения.

Оборудование должно соответствовать требованиям безопасности при выполнении соответствующих профилактических мер в течение всего срока службы.

Дополнительные требования безопасности устанавливаются стандартами и техническими условиями на отдельные виды оборудования. Например, ГОСТ 12.2.026.0-93 ССБТ «Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции», ГОСТ 12.2.062–81 ССБТ «Оборудование производственное. Ограждения защитные», ГОСТ 12.2.022–80 ССБТ «Конвейеры. Общие требования безопасности» и др.

Производственное оборудование и его отдельные узлы должны оснащаться защитными устройствами, исключаящими: опасное соприкосновение работающих с движущимися элементами оборудования и режущим инструментом; вылет режущего инструмента, движущихся и обрабатываемых материалов в рабочую зону; травмирование работающих при установке и смене режущих инструментов; выход за установленные пределы подвижных частей оборудования (кареток, суппортов, тележек, столов и др.).

Безопасность производственного оборудования обеспечивается: правильным выбором принципов его действия, кинематических схем, конструктивных решений, параметров рабочих процессов, использованием различных средств защиты.

Средства защиты должны быть, как правило, многофункционального типа, т. е. решать несколько задач одновременно. Так, конструкции машин и механизмов, станин станков должны обеспечивать не только ограждение опасных элементов, но и снижение уровня их шума и вибрации; ограждения режущего инструмента должны совмещаться с системой вытяжной вентиляции и т. п.

Общими требованиями к средствам защиты являются: создание наиболее благоприятных для организма человека соотношений

с окружающей внешней средой; высокая степень защитной эффективности; учет индивидуальных особенностей оборудования и инструмента; надежность; прочность; удобство обслуживания машин и механизмов.

К защитным средствам относятся: дистанционное управление, ограждения, предохранительные устройства, концевые выключатели, блокировки, электрические предохранители, реле, сигнализация, ограничители числа оборотов, ловители, тормозные устройства, срезные штифты, обгонные муфты и другие устройства.

На одном и том же оборудовании может быть использовано несколько видов различных защитных устройств.

Оградительные средства препятствуют появлению человека в опасной зоне. Конструктивные решения оградительных устройств многообразны. Они зависят от вида оборудования, расположения человека в рабочей зоне, специфики опасных и вредных производственных факторов. Оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными.

Стационарные оградительные устройства изготавливают таким образом, чтобы они пропускали обрабатываемую деталь, но не пропускали руки работающего из-за небольших размеров технологического проема.

Подвижные ограждения блокируются с рабочими органами механизма и закрывают доступ в опасную зону при выполнении рабочих операций (наступление опасного момента).

Переносные ограждения являются временными. Их используют при ремонтных и наладочных работах.

Конструкция и материал ограждающих устройств определяются особенностями данного оборудования и технологического процесса. Ограждения выполняют в виде сварных или литых кожухов, жестких сплошных щитов, сеток на жестком каркасе. В качестве материала для ограждений используют металлы, пластмассы, дерево, органическое стекло и т. п. Чтобы выдерживать нагрузки от отлетающих при обработке частиц, разрушающихся в процессе работы инструментов, возможного вылета обрабатываемых деталей, ограждения должны быть достаточно прочными и надежно крепиться.

Важную роль в обеспечении безопасной эксплуатации технологического оборудования играет тормозная техника, позволяющая быстро останавливать валы, шпиндели и прочие элементы, являющиеся потенциальными источниками опасности. По конструкции тормоза делятся на ленточные, колодочные, дисковые, грузоупорные,

центробежные и электрические; по характеру действия – на управляемые и автоматические.

Органы управления оборудованием должны иметь удобные и безопасные для работы формы, размеры и поверхность, усилия для включения органов управления не должны превышать допустимых пределов.

Оборудование, при работе которого образуется пыль, мелкая стружка, вредные аэрозоли, газы должно оборудоваться отсосами, а в случае необходимости зона обработки должна закрываться кожухами.

Производственное оборудование или части его, представляющие опасность, а также трубопроводы воды, сжатого воздуха, различных газов должны окрашиваться в сигнальные цвета, установленные стандартом ГОСТ 12.4.026–76 ССБТ «Цвета сигнальные и знаки безопасности».

Стандартом установлены четыре сигнальных цвета: красный – «Запрещение, непосредственная опасность, средство пожаротушения»; желтый – «Предупреждение, возможная опасность»; зеленый – «Предписание, безопасность»; синий – «Указание, информация».

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности; обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин, их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем положении под напряжением; обозначения пожарной техники и инвентаря.

Желтый сигнальный цвет применяется: для предупреждающих знаков; элементов производственного оборудования, неосторожное обращение с которыми опасно для работающих; элементов внутрицехового и межцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительного-дорожных машин; емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами; границ подходов к эвакуационным и запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется: для предписывающих знаков; световых табло эвакуационных или запасных выходов; сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет применяется для указательных знаков.

В конструкциях машин, станков и другого оборудования широко используется световая сигнализация в виде непрерывно горящих или мигающих огней. При этом применяются следующие основные цвета:

красный – является запрещающим и аварийным сигналом; желтый – сигнализирует о том, что один из параметров технологического процесса приближается к предельному значению; зеленый – означает безопасность, нормальный режим работы, разрешение начать работу; белый – означает, что производственное оборудование включено; синий – используется для оформления элементов технической информации.

Одновременно со световой сигнализацией могут подаваться звуковые сигналы. Для быстрого восприятия звуковой сигнал должен резко отличаться от общего шума в данной производственной обстановке.

Дежурный персонал, осуществляющий надзор за вентиляционными, аспирационными и пневмотранспортными установками (мастер, бригадир, слесарь), обязан проводить плановые профилактические осмотры вентиляторов, фильтров воздухопроводов, камер орошения, огнезадерживающих и заземляющих устройств и принимать меры к устранению неисправностей или нарушений режима их работы, которые могут послужить причиной возникновения или распространения пожара.

Дежурный электрик (сменный электромонтер) обязан производить плановые профилактические осмотры электрооборудования, проверять наличие и исправность аппаратов защиты и принимать немедленные меры к устранению нарушений, которые могут привести к пожару. Результаты осмотров электроустановок, обнаруженные неисправности и принятые меры должны фиксироваться в оперативном журнале.

3.3. Безопасность эксплуатации сосудов, работающих под давлением

3.3.1. Причины взрывов сосудов, работающих под давлением. Работа и мощность взрыва. *Сосудами, работающими под давлением*, называются герметически закрытые емкости, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов и жидкостей под давлением.

Основная опасность при эксплуатации таких сосудов заключается в возможности их разрушения при внезапном адиабатическом расширении газов и паров (т. е. физический взрыв). Причинами взрывов сосудов, работающих под давлением, могут быть ошибки, допущенные при проектировании и изготовлении сосуда, дефекты материалов, потеря

прочности в результате местных перегревов, ударов, превышение рабочего давления в результате отсутствия или неисправности контрольно-измерительных приборов, отсутствие или неисправность предохранительных клапанов, мембран, запорной и отключающей арматуры.

Особенно опасны взрывы сосудов, содержащих горючую среду, т. к. осколки резервуаров даже большой массы (до нескольких тонн) разлетаются на расстояние до нескольких сот метров и при падении на здания, технологическое оборудование, емкости вызывают разрушения, новые очаги пожара, гибель людей.

При взрыве сосуда со сжатым газом работа A , Дж, совершаемая при адиабатическом расширении газа, определяется по формуле

$$A = \frac{P_1 \cdot V}{K - 1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right], \quad (3.1)$$

где P_1 – начальное давление в сосуде, МПа; P_2 – конечное давление в сосуде, МПа; V – начальный объем газа, м³; K – показатель адиабаты (для воздуха $K = 1,41$).

Мощность взрыва N , Вт, определяется из выражения

$$N = A/t, \quad (3.2)$$

где t – время взрыва, с.

При взрывах сосудов развиваются большие мощности, приводящие к значительным разрушениям. Так, мощность, выделяемая при взрыве сосуда емкостью 1 м³, содержащего воздух под давлением 1,2 МПа, при длительности взрыва в 0,1 с составляет 28 МВт.

3.3.2. Требования безопасности к стационарным сосудам. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27 декабря 2005 г. № 56, устанавливают требования промышленной безопасности к проектированию, конструированию, изготовлению, реконструкции, монтажу, наладке, ремонту, техническому диагностированию и эксплуатации сосудов, цистерн, бочек, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением.

Деятельность нанимателей, связанная с проектированием, изготовлением, реконструкцией, наладкой, монтажом, ремонтом, техническим диагностированием и эксплуатацией сосудов, работающих под давлением, является лицензируемой.

Требования Правил распространяются на:

- сосуды, работающие под давлением воды с температурой свыше 115°C или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа (0,7 бар), без учета гидростатического давления;

- сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа (0,7 бар);

- баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 бар);

- цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50°C превышает давление 0,07 МПа (0,7 бар);

- цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление свыше 0,07 МПа (0,7 бар) создается периодически для их опорожнения;

- барокамеры.

Правила не распространяются на:

- сосуды, изготавливаемые в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, а также сосуды, работающие с радиоактивной средой;

- сосуды вместимостью не более 0,025 м³ (25 л) независимо от давления, используемые для научно-экспериментальных целей. При определении вместимости из общей емкости сосуда исключается объем, занимаемый футеровкой, трубами и другими внутренними устройствами (группа сосудов, а также сосуды, состоящие из отдельных корпусов и соединенные между собой трубами с внутренним диаметром более 100 мм, рассматриваются как один сосуд);

- сосуды и баллоны вместимостью не более 0,025 м³ (25 л), у которых произведение давления в МПа (бар) на вместимость в м³ (литрах) не превышает 0,02 (200);

- сосуды, работающие под давлением, создающимся при взрыве внутри них в соответствии с технологическим процессом;

- сосуды, работающие под вакуумом;

- сосуды, устанавливаемые на морских, речных судах и других плавучих средствах (кроме драг);

- сосуды, устанавливаемые на самолетах и других летательных аппаратах;

- воздушные резервуары тормозного оборудования подвижного состава железнодорожного транспорта, автомобилей и других средств передвижения;

- сосуды специального назначения военного ведомства;

- приборы парового и водяного отопления;

- трубчатые печи;

- сосуды, состоящие из труб с внутренним диаметром не более 150 мм без коллекторов, а также с коллекторами, выполненными из труб с внутренним диаметром не более 150 мм;

- части машин, не представляющие собой самостоятельных сосудов (корпуса насосов или турбин, цилиндры двигателей паровых, гидравлических, воздушных машин и компрессоров);

- неотключаемые, конструктивно встроенные (установленные на одном фундаменте с компрессором) промежуточные холодильники и масло-влажнители компрессорных установок, воздушные колпаки насосов.

В зависимости от расчетного давления, температуры стенки сосуда и рабочей среды сосуда делятся на четыре группы согласно табл. 3.1.

Таблица 3.1

Определение группы сосудов

Группа сосудов	Расчетное давление, МПа (бар)	Температура стенки, °С	Рабочая среда
1	Свыше 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная или пожароопасная, или 1-го, или 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007–76
2	До 2,5 (25)	Ниже минус 70, выше 400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Свыше 2,5 (25) до 4 (40)	Ниже минус 70, выше 200	
	Свыше 4 (40) до 5 (50)	Ниже минус 40, выше 200	
	Свыше 5 (50)	Независимо	
3	До 1,6 (16)	От минус 70 до минус 20 От 200 до 400	
	Свыше 1,6 (16) до 2,5 (25)	От минус 70 до 400	
	Свыше 2,5 (25) до 4 (40)	От минус 70 до 200	
	Свыше 4 (40) до 5 (50)	От минус 40 до 200	
4	До 1,6 (16)	От минус 20 до 200	

Конструкция сосудов должна обеспечивать надежность и безопасность эксплуатации в течение расчетного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки, ремонта, эксплуатационного контроля металла и соединений.

Устройства, препятствующие наружному и внутреннему осмотрам сосудов (мешалки, змеевики, рубашки, тарелки, перегородки и другие приспособления), должны быть, как правило, съемными.

Сосуды должны иметь бобышки или штуцера для наполнения и слива воды, а также удаления воздуха при гидравлическом испытании.

На каждом сосуде должен быть предусмотрен вентиль, кран или другое устройство, позволяющее осуществлять контроль за отсутствием давления в сосуде перед его открыванием, при этом отвод среды должен быть направлен в безопасное место.

Сосуды, которые в процессе эксплуатации изменяют свое положение в пространстве, должны иметь приспособления, предотвращающие их самопрокидывание.

Конструкция сосудов, обогреваемых горячими газами, должна обеспечивать надежное охлаждение стенок, находящихся под давлением, до расчетной температуры.

Сосуды должны быть снабжены необходимым количеством люков и смотровых лючков, обеспечивающих осмотр, очистку и ремонт сосудов, а также монтаж и демонтаж разборных внутренних устройств.

Количество люков и лючков определяет разработчик сосуда.

Сварные швы должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации сосудов, предусмотренного требованиями Правил, соответствующих стандартов, технических условий и других ТНПА. Сварные швы должны располагаться в соответствии с требованиями ТНПА и Правил.

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 температуры), состава и характера среды (коррозионная активность, взрывоопасность, токсичность и др.) и влияния температуры окружающего воздуха.

Материалы, из которых изготавливаются сосуды, а также любые вещества, способные вступить в контакт с содержимым, не должны поддаваться воздействию содержимого или образовывать с ним вредные или опасные соединения.

3.3.3. Разрешение на пуск в работу сосудов, работающих под давлением. Цехи, участки, площадки и другие производственные объекты, где используются регистрируемые в органах технадзора сосуды 1-й группы, должны быть зарегистрированы в государственном реестре опасных производственных объектов.

Сосуды, на которые распространяются Правила, до пуска их в работу должны быть зарегистрированы в органе технадзора.

Регистрация сосуда производится на основании письменного заявления владельца сосуда. *Для регистрации должны быть представлены:* паспорт сосуда установленной формы; удостоверение о качестве монтажа; схема включения сосуда с указанием источника давления, параметров, его рабочей среды, арматуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматического управления, предохранительных и блокирующих устройств. Схема должна быть утверждена главным инженером организации-владельца сосуда.

Удостоверение о качестве монтажа составляется организацией, производившей монтаж, и должно быть подписано руководителем этой организации, а также руководителем организации, являющейся владельцем сосуда, и скреплено печатями.

В удостоверении о качестве монтажа должны быть приведены следующие данные: наименование организации, производившей монтаж; наименование организации-владельца сосуда; наименование организации-изготовителя и заводской номер сосуда; сведения о материалах, примененных монтажной организацией, дополнительно к указанным в паспорте; сведения о сварке, включающие вид сварки, тип и марку электродов, о виде и режиме термообработки, включая диаграммы; фамилии сварщиков, термистов и номера их удостоверений; результаты испытаний контрольных стыков (образцов), а также результаты неразрушающего контроля качества сварных соединений; заключение эксперта органа технадзора о соответствии произведенных монтажных работ сосуда Правилам, проекту, техническим условиям и инструкции по монтажу и пригодности его к эксплуатации при указанных в паспорте параметрах; копия разрешения (лицензии) на монтаж сосудов, выданного органом технадзора.

Орган технадзора обязан в течение 5 дней рассмотреть представленную документацию. При соответствии документации на сосуд требованиям Правил орган технадзора регистрирует сосуд, после чего документы прошнуровываются и опечатываются, в паспорте сосуда ставится штамп и регистрационный номер, и паспорт со всеми документами возвращается их владельцу. Отказ в регистрации сообщается

владельцу сосуда в письменном виде с указанием причин отказа и ссылкой на соответствующие статьи Правил.

При перестановке сосуда на новое место или передаче сосуда другому владельцу, а также при внесении изменений в схему его включения сосуд до пуска в работу должен быть перерегистрирован в органе технадзора.

Регистрации не подлежат:

- сосуды 1-й группы, работающие при температуре стенки не более 200°С, у которых произведение давления в МПа (бар) на вместимость в м³ (литрах) не превышает 0,05 (500), а также сосуды 2, 3, 4-й групп, работающие при указанной выше температуре, у которых произведение давления в МПа (бар) на вместимость в м³ (литрах) не превышает 1,0 (10000);

- аппараты воздухоразделительных установок и разделения газов, расположенные внутри теплоизоляционного кожуха (регенераторы, колонны, теплообменники, конденсаторы, адсорберы, отделители, испарители, фильтры, переохладители и подогреватели);

- резервуары воздушных электрических выключателей;

- бочки для перевозки сжиженных газов, баллоны вместимостью до 100 л включительно, установленные стационарно, а также предназначенные для транспортировки и (или) хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов;

- генераторы (реакторы) для получения водорода, используемые гидрометеорологической службой;

- сосуды, включенные в закрытую систему добычи нефти и газа (от скважины до магистрального трубопровода), к которым относятся сосуды, включенные в технологический процесс подготовки к транспортировке и утилизации газа и газового конденсата: сепараторы всех ступеней сепарации, отбойные сепараторы (на линии газа, на факелах), абсорберы и адсорберы, емкости разгазирования конденсата, абсорбента и ингибитора, конденсатосборники, контрольные и замерные сосуды нефти, газа и конденсата;

- сосуды для хранения или транспортировки сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, находящихся под давлением периодически при их опорожнении;

- сосуды со сжатыми и сжиженными газами, предназначенные для обеспечения топливом двигателей транспортных средств, на которых они установлены;

- сосуды, установленные в подземных горных выработках;

- сосуды холодильных установок с массой аммиака менее 3 т, холодильных блоков в составе технологических установок;
- сосуды, входящие в систему регулирования смазки и уплотнения турбин, генераторов и насосов.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда, подлежащего регистрации в органе технадзора, выдается инспектором после его регистрации на основании технического освидетельствования и проверки организации обслуживания и надзора, при которой контролируются: наличие и исправность в соответствии с требованиями Правил арматуры, контрольно-измерительных приборов и приборов безопасности; соответствие установки сосуда правилам безопасности; правильность включения сосуда; наличие аттестованного обслуживающего персонала и специалистов; наличие должностных инструкций для лиц по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов, инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов, сменных журналов и другой документации, предусмотренной Правилами.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда, не подлежащего регистрации в органе технадзора, выдается лицом, назначенным приказом по организации для осуществления надзора за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов, на основании документации изготовителя после технического освидетельствования и проверки организации обслуживания.

Разрешение на ввод сосуда в эксплуатацию записывается в его паспорте.

На каждый сосуд после выдачи разрешения на его эксплуатацию должны быть нанесены краской на видном месте или на специальной табличке форматом не менее 200×150 мм: наименование или технический индекс сосуда; регистрационный номер; разрешенное давление; число, месяц и год следующих наружного и внутреннего осмотров и гидравлического испытания.

Сосуд (группа сосудов, входящих в установку) может быть включен в работу на основании письменного распоряжения администрации организации после выполнения указанных выше требований.

Владелец обязан: обеспечить содержание сосудов в исправном состоянии и безопасные условия их работы, проведение технических освидетельствований и диагностирования сосудов в установленные сроки; назначить приказом из числа специалистов, имеющих высшее или среднее техническое образование и прошедших проверку знаний

Правил, 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.

3.3.4. Виды и сроки технического освидетельствования. *Периодичность технического освидетельствования сосудов, зарегистрированных в Госпромнадзоре, для сосудов, работающих со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью не более 0,1 мм/год: ответственным по надзору наружный и внутренний осмотры – 2 года; экспертом органа технадзора или специалистом организации, имеющей разрешение Госпромнадзора наружный и внутренний осмотры – 4 года, гидравлическое испытание пробным давлением – 8 лет. Для сосудов, работающих со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью более 0,1 мм/год: ответственным по надзору наружный и внутренний осмотры – 12 месяцев; экспертом органа технадзора или специалистом организации, имеющей разрешение Госпромнадзора наружный и внутренний осмотры – 4 года, гидравлическое испытание пробным давлением – 8 лет.*

Периодичность технического освидетельствования сосудов, находящихся в эксплуатации и не подлежащих регистрации в Госпромнадзоре, для сосудов, работающих со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью не более 0,1 мм/год: наружный и внутренний осмотры – 4 года; гидравлическое испытание пробным давлением – 8 лет. Периодичность технического освидетельствования для сосудов, работающих со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью более 0,1 мм/год: наружный и внутренний осмотры – 2 года; гидравлическое испытание пробным давлением – 8 лет.

Наружный и внутренний осмотры имеют целью: при первичном освидетельствовании проверить, что сосуд установлен и оборудован в соответствии с Правилами и представленными при регистрации документами, а также, что сосуд и его элементы не имеют повреждений; при периодических и внеочередных освидетельствованиях установить исправность сосуда и возможность его дальнейшей работы.

Гидравлическое испытание имеет целью проверку прочности элементов сосуда и плотности соединений. Сосуды должны предъявляться к гидравлическому испытанию с установленной на них 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, работающие с вредными веществами 1-го и 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007–76, до начала выполнения внутри каких-либо работ, а также перед внутренним осмотром должны подвергаться тщательной обработке (нейтрализации, дегазации) в соответствии с инструкцией по безопасному ведению газоопасных работ, утвержденной владельцем сосуда в установленном порядке.

Футеровка, изоляция и другие виды защиты от коррозии должны быть частично или полностью удалены, если имеются признаки, указывающие на возможность возникновения дефектов материала силовых элементов конструкции сосудов (неплотность футеровки, отдулины гуммировки, следы промокания изоляции и т. п.).

Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления, реконструкции и ремонта корпусов с применением сварки.

Сосуды, имеющие защитное покрытие или изоляцию, подвергаются гидравлическому испытанию до наложения покрытия или изоляции.

Гидравлическое испытание сосудов, за исключением литых, должно проводиться пробным давлением $P_{пр}$ не ниже величин, определяемых по формуле

$$P_{пр} = 1,25 \cdot P \frac{\sigma_{20}}{\sigma_t}, \quad (3.3)$$

где P – расчетное давление сосуда, МПа (бар); σ_{20} и σ_t – допускаемые напряжения для материала сосуда или его элементов при 200°C и расчетной температуре, соответственно, МПа (бар).

Отношение σ_{20} / σ_t принимается по тому из использованных материалов элементов (обечаек, днищ, фланцев, крепежа, патрубков и др.) сосуда, для которого оно является наименьшим.

Гидравлическое испытание деталей, изготовленных из литья, должно проводиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{пр} = 1,5 \cdot P \frac{\sigma_{20}}{\sigma_t}. \quad (3.4)$$

Гидравлические испытания сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью более 20 Дж/см², должны производиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{\text{пр}} = 1,3 \cdot P \frac{\sigma_{20}}{\sigma_t}. \quad (3.5)$$

Гидравлическое испытание сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью 20 Дж/см² и менее, должно производиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{\text{пр}} = 1,6 \cdot P \frac{\sigma_{20}}{\sigma_t}. \quad (3.6)$$

Гидравлическое испытание криогенных сосудов при наличии вакуума в изоляционном пространстве должно проводиться пробным давлением, определяемым по формулам

$$P_{\text{пр}} = 1,25 \cdot P - 0,1 \text{ МПа или } P_{\text{пр}} = 1,25 \cdot P - 1 \text{ бар}. \quad (3.7)$$

Гидравлические испытания металлопластиковых сосудов должны производиться пробным давлением, определяемым по формуле

$$P_{\text{пр}} = [1,25 \cdot K_m + \alpha \cdot (1 - K_m)] \cdot P \frac{\sigma_{20}}{\sigma_t}, \quad (3.8)$$

где K_m – отношение массы металлоконструкции к общей массе сосуда; $\alpha = 1,3$ – для неметаллических материалов с ударной вязкостью более 20 Дж/см²; $\alpha = 1,6$ – для неметаллических материалов с ударной вязкостью 20 Дж/см² и менее.

В комбинированных сосудах с двумя и более рабочими полостями, рассчитанными на разные давления, гидравлическому испытанию должна подвергаться каждая полость пробным давлением, определяемым в зависимости от расчетного давления полости.

Порядок проведения испытания должен быть оговорен в техническом проекте и указан в инструкции организации-изготовителя по монтажу и эксплуатации сосуда.

Для гидравлического испытания сосудов должна применяться вода с температурой не ниже 5°C и не выше 40°C, если в технических условиях не указано конкретное значение температуры, допускаемой по условию предотвращения хрупкого разрушения.

Разность температур стенки сосуда и окружающего воздуха во время испытаний не должна вызывать конденсации влаги на поверхности стенок сосуда.

Давление в испытываемом сосуде следует повышать плавно. Скорость подъема давления должна быть указана: для испытания сосуда организацией-изготовителем – в технической документации; для испытания сосуда в процессе работы – в инструкции по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделий.

Использование сжатого воздуха или другого газа для подъема давления не допускается.

Время выдержки сосуда под пробным давлением устанавливается разработчиком проекта. При отсутствии указаний в проекте время выдержки должно быть не менее 10 минут при толщине стенки сосуда до 50 мм, 20 минут при толщине стенки свыше 50 до 100 мм, 30 минут при толщине свыше 100 мм, 60 минут для литых, неметаллических и многослойных сосудов независимо от толщины стенки сосуда.

После выдержки под пробным давлением давление снижается до расчетного, при котором производят осмотр наружной поверхности сосуда, всех его разъемных и сварных соединений.

Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если не обнаружено: течи, трещин, слезок, потения в сварных соединениях и на основном металле; течи в разъемных соединениях; видимых остаточных деформаций, падения давления по манометру.

Сосуд и его элементы, в которых при испытании выявлены дефекты, после их устранения подвергаются повторным гидравлическим испытаниям пробным давлением.

Гидравлическое испытание допускается заменять пневматическим при условии контроля этого испытания методом акустической эмиссии в соответствии с требованиями ТНПА.

Величина пробного давления принимается равной величине пробного гидравлического давления. Время выдержки сосуда под пробным давлением устанавливается разработчиком проекта, но должно быть не менее 5 минут.

Значение пробного давления и результаты испытаний заносятся в паспорт сосуда лицом, проводившим эти испытания.

Внеочередное освидетельствование сосудов, находящихся в эксплуатации, должно быть проведено в следующих случаях: если сосуд не эксплуатировался более 12 месяцев перед пуском в работу; если сосуд 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, если по объему восстановительных работ требуется такое освидетельствование; по требованию инспектора органа технадзора или ответственного по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосуда.

Результаты технического освидетельствования должны записываться в паспорте сосуда лицом, производившим освидетельствование, с указанием разрешенных параметров эксплуатации сосуда и сроков следующих освидетельствований.

При проведении внеочередного освидетельствования должна быть указана причина, вызвавшая необходимость в таком освидетельствовании.

Если при освидетельствовании проводились дополнительные испытания и исследования, то в паспорте сосуда должны быть записаны виды и результаты этих испытаний и исследований с указанием мест отбора образцов или участков, подвергнутых испытаниям, а также причины, вызвавшие необходимость проведения дополнительных испытаний.

Если при освидетельствовании будут обнаружены дефекты, снижающие прочность сосуда, то эксплуатация его может быть разрешена при пониженных параметрах (давление и температура).

Возможность эксплуатации сосуда при пониженных параметрах должна быть подтверждена расчетом на прочность, представляемым владельцем, при этом должен быть проведен проверочный расчет пропускной способности предохранительных клапанов и выполнены требования Правил.

Ответственным по надзору для нерегистрируемых в органе технадзора сосудов и экспертом – для регистрируемых может быть снижено разрешенное давление до рабочего (по условиям эксплуатации) без подтверждения расчетом на прочность сосуда при условии отсутствия дефектов, снижающих его прочность.

Такие решения записываются в паспорт сосуда лицом, проводившим освидетельствование, в раздел «Запись результатов освидетельствования».

В случае выявления дефектов, причины и последствия которых установить затруднительно, лицо, проводившее техническое освидетельствование сосуда, обязано потребовать от владельца сосуда проведения специальных исследований, а в необходимых случаях представления заключения головной специализированной организации о причинах появления дефектов, а также о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации сосуда.

Если при техническом освидетельствовании окажется, что сосуд вследствие имеющихся дефектов или нарушений Правил находится в состоянии, опасном для дальнейшей эксплуатации, работа такого сосуда должна быть запрещена.

3.3.5. Условия безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. 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.

Сосуды, снабженные быстросъемными крышками, должны иметь предохранительные устройства, исключающие возможность включения сосуда под давление при неполном закрытии крышки и открытие ее при наличии в сосуде давления. Такие сосуды должны быть оснащены: замками с ключом-маркой; предохранительными клапанами; сигнально-блокировочными устройствами; приборами для контроля температурного режима, включая приборы для контроля перепада температуры между верхней и нижней образующими корпуса; реперами для контроля за тепловыми перемещениями и противоугонными устройствами роликов подвижных опор; устройствами непрерывного отвода конденсата; катодной защитой (для автоклавов, применяемых в производстве строительных материалов).

Каждый сосуд и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами прямого действия. Манометр устанавливается на штуцере сосуда или трубопровода между сосудом и запорной арматурой.

Манометры должны иметь класс точности не ниже:

- 2,5 – при рабочем давлении сосуда до 2,5 МПа (25 бар);
- 1,5 – при рабочем давлении сосуда свыше 2,5 МПа (25 бар).

Манометр должен выбираться с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы. На шкале манометра 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 ними, должен быть не менее 100 мм; на высоте от 2 до 3 м – не менее 160 мм.

Установка манометров на высоте более 3 м от уровня площадки не разрешается. Между манометром и сосудом должен быть установлен трехходовой кран или заменяющее его устройство, позволяющее проводить периодическую проверку манометра с помощью контрольного.

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.

Виды предохранительных клапанов представлены на рис. 3.1.

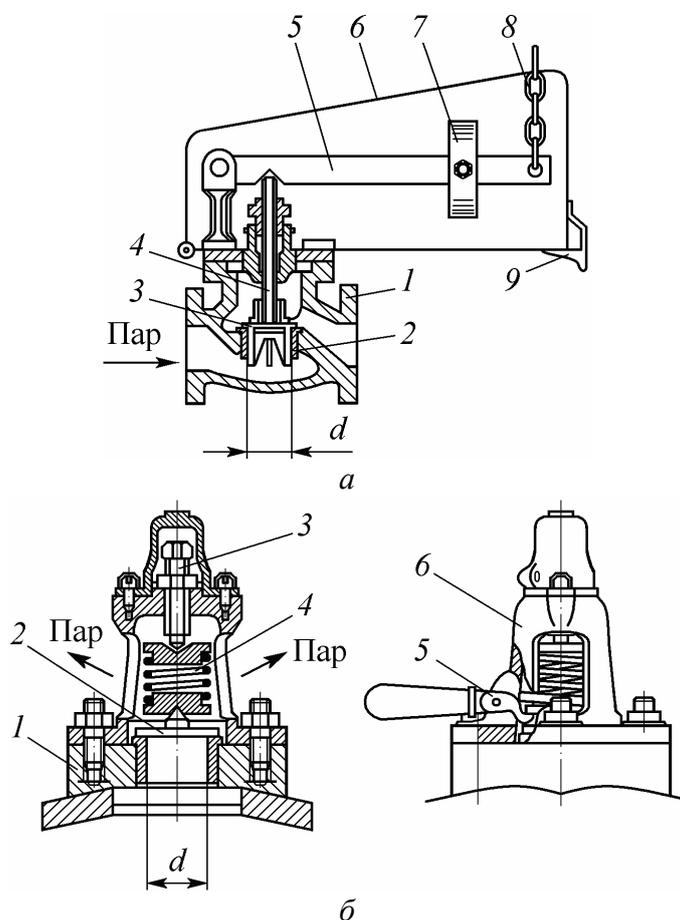


Рис. 3.1. Предохранительные клапаны:

a – рычажный: 1 – корпус; 2 – седло; 3 – тарелка; 4 – шток; 5 – рычаг;

б – кожух; 7 – груз; 8 – цепочка; 9 – запорное устройство;

б – пружинный: 1 – корпус; 2 – тарелка; 3 – стопорный винт;

4 – пружина; 5 – рукоятка; 6 – кожух

Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность должны быть выбраны по расчету так, чтобы в сосуде не создавалось давление, превышающее избыточное рабочее более чем на 0,05 МПа (0,5 бар) для сосудов с давлением до 0,3 МПа (3 бар) включительно, на 15% – для сосудов с давлением до 6,0 МПа (60 бар) и на 10 % – для сосудов с давлением свыше 6,0 МПа (60 бар).

Мембранные предохранительные устройства устанавливаются: вместо рычажно-грузовых и пружинных предохранительных клапанов, когда эти клапаны в рабочих условиях конкретной среды не могут быть применены вследствие их инерционности или других причин; перед предохранительными клапанами в случаях, когда предохранительные клапаны не могут надежно работать вследствие вредного воздействия рабочей среды (коррозия, эрозия, полимеризация, кристаллизация, прикипание, примерзание) или возможных утечек через закрытый клапан взрыво- и пожароопасных, токсичных, экологически вредных и т. п. веществ.

В этом случае должно быть предусмотрено устройство, позволяющее контролировать исправность мембраны; параллельно с предохранительными клапанами для увеличения пропускной способности систем сброса давления; на выходной стороне предохранительных клапанов для предотвращения вредного воздействия рабочих сред со стороны сбросной системы и для исключения влияния колебаний противодействия со стороны этой системы на точность срабатывания предохранительных клапанов.

Предохранительные мембраны должны быть маркированы. Содержание маркировки: наименование (обозначение) или товарный знак изготовителя; номер партии мембран; тип мембран; условный диаметр; рабочий диаметр; материал; минимальное и максимальное давление срабатывания мембран в партии при заданной температуре и при температуре 20°C.

Маркировка должна наноситься по краевому кольцевому участку мембран либо мембраны должны быть снабжены прикрепленными к ним маркировочными хвостовиками (этикетками).

При необходимости контроля уровня жидкости в сосудах, имеющих границу раздела сред, должны применяться указатели уровня. Кроме указателей уровня на сосудах могут устанавливаться звуковые, световые и другие сигнализаторы и блокировки по уровню.

На каждом указателе уровня жидкости должны быть отмечены допустимые верхний и нижний уровни. Высота прозрачного указателя

уровня жидкости должна быть не менее чем на 25 мм соответственно ниже нижнего и выше верхнего допустимых уровней жидкости.

Указатели уровня должны быть снабжены арматурой (кранами и вентилями) для их отключения от сосуда и продувки с отводом рабочей среды в безопасное место.

Виды предохранительных мембран представлены на рис. 3.2.

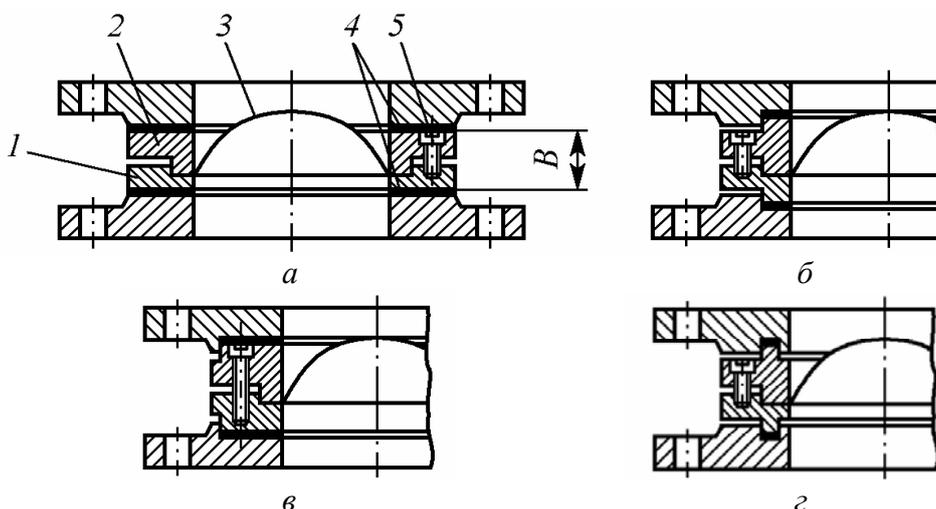


Рис. 3.2. Предохранительные мембраны:

a, б, в, г – варианты конструктивного исполнения элементов держателей;
1, 2 – прижимные кольца; *3* – мембрана; *4* – прокладка; *5* – винт

Сосуд должен быть немедленно остановлен в случаях: если давление в сосуде поднялось выше разрешенного и не снижается, несмотря на меры, принятые персоналом; при выявлении неисправности предохранительных устройств от повышения давления; при обнаружении в сосуде и его элементах, работающих под давлением, неплотностей, выпучин, разрыва прокладок; при неисправности манометра; при снижении уровня жидкости ниже допустимого в сосудах с огневом обогревом; при выходе из строя указателей уровня жидкости; при неисправности предохранительных блокировочных устройств; при возникновении пожара, непосредственно угрожающего сосуду, находящемуся под давлением.

Сосуды, снабженные быстръемными крышками (автоклавы), должны быть аварийно выведены из эксплуатации в следующих случаях: при превышении более чем на 45°C разности температур между верхней и нижней образующими корпуса автоклава; при повышении давления в автоклаве выше установленного, независимо от принятых мер по его регулированию; при неисправности манометров, установленных на автоклаве; при неисправности сигнально-блокировочного

устройства; при неисправности предохранительных клапанов; при неисправности системы непрерывного отвода конденсата; при заземлении подвижных опор; при исчезновении электропитания; при обнаружении в корпусе и основных элементах автоклава трещин, пропусков пара и конденсата в соединениях, повреждении уплотняющих прокладок; при возникновении пожара, угрожающего находящимся под давлением автоклавам.

Все случаи, в которых сосуд должен быть немедленно остановлен, порядок аварийной остановки сосуда и последующего ввода его в работу должны быть отражены отдельными разделами в инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов.

Случаи аварийной остановки сосуда и их причины должны записываться в сменный журнал.

3.3.6. Баллоны для сжатых и сжиженных газов. Причины взрывов. Требования безопасности при изготовлении и эксплуатации. Причинами взрывов баллонов являются: удары (падения), нагрев, вызывающий увеличение давления в баллоне, повышение хрупкости металла при низких температурах, переполнение баллонов сжиженными газами и неправильное использование баллонов.

Взрывы кислородных баллонов возможны при попадании масел и других жировых веществ во внутреннюю полость вентиля и баллона или при применении не обезжиренных прокладок. Кислородный баллон может взорваться при накоплении в нем ржавчины.

Баллоны с водородом могут взорваться при загрязнении водорода кислородом в количестве более 1%, вследствие водородной коррозии, в результате накопления в баллоне окалина.

Большую опасность представляют баллоны с агрессивными сжиженными газами при длительном хранении. Имеющаяся влага (даже в допустимых пределах) реагирует с газом. Образующиеся побочные продукты протекающих реакций увеличивают давление в баллоне. Снизить избыточное давление бывает невозможно, так как образующиеся в результате реакций соли часто забивают сифонную трубку и сами газы, находящиеся в баллоне, представляют большую опасность для окружающих.

При невозможности из-за неисправности вентиля выпустить на месте потребления газ из баллонов они должны быть возвращены на наполнительную станцию.

Периодичность технического освидетельствования баллонов, зарегистрированных в Госпромнадзоре, работающих со средой, вызывающей

разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью не более 0,1 мм/год: ответственным по надзору наружный и внутренний осмотры – 2 года; экспертом органа технадзора или специалистом организации, имеющей разрешение Госпромнадзора, наружный и внутренний осмотры – 4 года, гидравлическое испытание пробным давлением – 8 лет. Для сосудов, работающих со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.) со скоростью более 0,1 мм/год: ответственным по надзору наружный и внутренний осмотры – 12 месяцев; экспертом органа технадзора или специалистом организации, имеющей разрешение Госпромнадзора, наружный и внутренний осмотры – 4 года, гидравлическое испытание пробным давлением – 8 лет.

Чтобы предотвратить неправильное использование баллонов на вентиле делают разную резьбу для разных газов (правую – для кислорода и инертных газов, левую – для горючих газов).

Каждый вентиль баллонов для взрывоопасных горючих веществ, вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007–76 должен быть снабжен заглушкой, навертываемой на боковой штуцер.

На верхней сферической части каждого баллона должны быть выбиты и отчетливо видны следующие данные:

- товарный знак изготовителя;
- номер баллона;
- масса порожнего баллона (МП), кг: для баллонов вместимостью до 12 л включительно – с точностью до 0,1 кг; свыше 12 до 55 л включительно – с точностью до 0,2 кг; масса баллонов вместимостью свыше 55 л указывается в соответствии со стандартом или ТУ на их изготовление;
- дата (месяц, год) изготовления и год следующего освидетельствования;
- рабочее давление (P), МПа (бар);
- испытательное давление (I), МПа (бар);
- объем баллонов (V), л: для баллонов вместимостью до 12 л включительно – номинальный; для баллонов вместимостью свыше 12 до 55 л включительно – фактический с точностью до 0,3 л; для баллонов вместимостью свыше 55 л – в соответствии с КД на их изготовление;
- клеймо ОТК изготовителя круглой формы диаметром 10 мм (за исключением стандартных баллонов вместимостью свыше 55 л);
- номер стандарта для баллонов вместимостью свыше 55 л.

Высота знаков на баллонах должна быть не менее 6 мм, а на баллонах вместимостью свыше 55 л – не менее 8 мм.

Баллоны окрашивают в отличительные цвета и снабжают соответствующими надписями (табл. 3.2).

Таблица 3.2

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 негорючие газы	Черная	Наименование газа	Желтый	–
Все другие горючие газы	Черная	Наименование газа	Белый	–

Баллоны для растворенного ацетилена должны быть заполнены соответствующим количеством пористой массы и растворителя.

За качество пористой массы и за правильность наполнения баллонов ответственность несет организация, наполняющая баллон пористой массой. За качество растворителя и за правильную его дозировку ответственность несет организация, производящая заполнение баллонов растворителем.

Масса баллонов, за исключением баллонов для ацетилена, указывается с учетом массы нанесенной краски, кольца для колпака и башмака, если таковые предусмотрены конструкцией, но без массы вентиля и колпака.

На баллонах вместимостью до 5 л или толщиной стенки менее 5 мм паспортные данные могут быть выбиты на пластине, припаянной к баллону, или нанесены краской.

Чтобы избежать разрыва баллонов при термическом расширении сжиженных газов, при заполнении оставляют свободный объем примерно 10% от объема баллона.

Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться на расстоянии не менее 1 м от радиаторов отопления и других отопительных приборов и печей и не менее 5 м от источников тепла с открытым огнем.

При эксплуатации баллонов находящийся в них газ запрещается расходовать полностью. В баллоне должно быть остаточное давление газа не менее 0,05 МПа, необходимое для взятия пробы газа и проведения контрольных анализов перед наполнением баллона.

3.3.7. Хранение и транспортирование баллонов. 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 ядовитыми газами должны храниться в специальных закрытых помещениях.

Склады для хранения баллонов, наполненных газами, должны быть одноэтажными с покрытиями легкого типа и не иметь чердачных помещений. Стены, перегородки, покрытия складов для хранения газовых баллонов должны быть из несгораемых материалов не ниже II степени огнестойкости; окна и двери должны открываться наружу.

Оконные стекла должны быть матовые или покрашены белой краской. Высота складских помещений для баллонов должна быть

не менее 3,25 м от пола до нижних выступающих частей кровельного покрытия.

Полы складов должны быть ровные, с нескользкой поверхностью, а складов для баллонов с горючими газами – с поверхностью из материалов, исключающих искрообразование при ударе о них какими-либо предметами.

Оснащение складов для баллонов с горючими газами должно отвечать нормам для помещений, опасных в отношении взрывов.

Склады для баллонов, наполненных газом, должны иметь естественную или искусственную вентиляцию в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования.

Склады для баллонов со взрыво- и пожароопасными газами должны находиться в зоне действия молниезащиты.

Складское помещение для хранения баллонов должно быть разделено негоряемыми стенами на отсеки, в каждом из которых допускается хранение не более 500 баллонов (40 л) с горючими или ядовитыми газами и не более 1000 баллонов (40 л) с негорючими и неядовитыми газами.

Отсеки для хранения баллонов с негорючими и неядовитыми газами могут быть отделены негоряемыми перегородками высотой не менее 2,5 м с открытыми проемами для прохода людей и проемами для средств механизации. Каждый отсек должен иметь самостоятельный выход наружу.

Разрывы между складами для баллонов, наполненных газами, между складами и смежными производственными зданиями, общественными помещениями, жилыми домами должны удовлетворять требованиям ТНПА.

Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками должны храниться в вертикальном положении. Для предохранения от падения баллоны должны устанавливаться в специально оборудованные гнезда, клетки или ограждаться барьером.

Баллоны, которые не имеют башмаков, могут храниться в горизонтальном положении на деревянных рамах или стеллажах. При хранении на открытых площадках разрешается укладывать баллоны с башмаками в штабеля с прокладками из веревки, деревянных брусков или резины между горизонтальными рядами.

При укладке баллонов в штабеля их высота не должна превышать 1,5 м. Вентили баллонов должны быть обращены в одну сторону.

Перемещения баллонов в пунктах наполнения и потребления газов должны производиться на специально приспособленных для этого тележках или при помощи других устройств.

Перевозка наполненных газами баллонов должна производиться на рессорном транспорте или на автокарах в горизонтальном положении, обязательно с прокладками между баллонами. В качестве прокладок могут применяться 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 должны укладываться вентилями в одну сторону.

Разрешается перевозка баллонов в специальных контейнерах, а также без контейнеров в вертикальном положении обязательно с прокладками между ними и ограждением от возможного падения.

Транспортирование и хранение баллонов должно производиться с наверху колпаками.

3.4. Обеспечение безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных машин, механизмов и устройств

3.4.1. Общие меры безопасности при эксплуатации средств горизонтального транспорта и подъемно-транспортных механизмов. Для обеспечения безопасности эксплуатации средств горизонтального транспорта необходимо выполнение следующих условий:

- ограждение приводных и натяжных станций и исключение доступа к ним посторонних лиц;
- установка на концах пути подвижной каретки натяжной станции концевых выключателей, автоматически выключающих привод транспортера при перегрузке или обрыве канатов, цепей или лент;
- установка на муфтах, соединяющих электропривод с транспортером, предохранительного пальца, срезающегося при превышении тягового усилия на 25% больше номинального;
- присоединение к пусковому устройству реле времени и звуковой сигнализации, обеспечивающих задержку пуска транспортного устройства на 1-2 минуты после сигнала;
- установка в легкодоступных местах на расстоянии не более 25 м друг от друга кнопок «Стоп» или троса аварийного выключателя, натянутого вдоль транспортера;
- ограждение конвейеров и транспортеров, движущихся со скоростью более 0,2 м/с;
- установка на наклонных участках транспортеров ловителей, исключающих возможность обратного движения;

- ограждение транспортеров, проходящих над рабочими местами, проездами и проходами, сетками, способными выдержать груз в случае его падения;
- устройство переходных мостиков с перилами в местах пересечения проходов и конвейеров.

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 весьма разнообразны по своему назначению и конструктивному исполнению, поэтому дать их полную классификацию не представляется возможным.

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 специальных правил («Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», «Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов» и др.) и стандартов ССБТ, которые регламентируют следующие меры: 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 грузоподъемные механизмы снабжаются надежными тормозными устройствами, удерживающими груз на любой высоте. Коэффициент запаса торможения определяется отношением момента, создаваемого тормозом, к статическому моменту, создаваемому наибольшим рабочим грузом на тормозном валу.

Величина коэффициента запаса торможения зависит от режима работы и рода привода и колеблется от 1,5 до 2.

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.

Руководители предприятий и граждане (предприниматели), занимающиеся эксплуатацией грузоподъемных машин, обеспечивают лично или организуют содержание машин, съемных грузозахватных приспособлений, тары в исправном состоянии и их безопасную работу в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 декабря 2004 г. № 45 (в редакции постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 08 октября 2007 г. № 84).

На предприятиях и в организациях, осуществляющих эксплуатацию грузоподъемных машин, для контроля за безопасностью их эксплуатации приказом руководителя назначается инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин, после проверки у него знания правил. При необходимости возможно создание группы лиц по надзору на одном предприятии или одно лицо может осуществлять надзор на нескольких предприятиях. При не назначении лица по надзору его обязанности выполняет руководитель предприятия в полном объеме требований правил.

Подготовка крановщиков, их помощников, слесарей, электромонтеров и стропальщиков производится 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 эксплуатации подъемно-транспортных механизмов опасность возникает при неправильном выполнении захватно-чалочных операций, применении канатов, не соответствующих прилагаемой нагрузке, непрочном захвате поднимаемого груза, износе тела захватного крюка.

Особое внимание уделяется прочности цепей и канатов и надежности работы тормозов.

Для регистрации, первичной обработки, накопления и хранения оперативной и долговременной информации о параметрах работы крана в течение установленного срока он должен быть оборудован регистратором параметров работы (РП).

Оперативная информация должна содержать сведения о работе крана в определенный промежуток времени (не менее 24 часов работы) с привязкой к текущему времени с точностью до секунд: время включения и выключения РП; факт срабатывания и возвращения в исходное состояние датчиков, устройств, обеспечивающих защиту от опасного приближения к проводам линии электропередачи; время включения и выключения координатной защиты, а также фиксацию события срабатывания и возвращения в исходное состояние включенной координатной защиты с записью фактических значений длины стрелы, угла наклона стрелы, угла поворота платформы и другие показатели.

Долговременная информация должна содержать основные сведения о работе крана или его механизмов за определенный срок службы, в том числе: наработку моточасов по признаку включения электропитания; наработку моточасов по признаку нагружения крана; число циклов нагружения; распределение циклов нагружения по различным режимам нагружения крана; классификацию циклов по режимам нагружения, по коэффициенту распределения нагрузок; суммарно поднятый вес; количество срабатываний ограничителя грузоподъемности; количество перегрузок в диапазоне от 110% до 125%; количество перегрузок в диапазоне свыше 125% и др.

Применение РП позволит: получать объективную информацию о режимах работы кранов и данные для анализа причин отказов их узлов и механизмов; продлевать срок службы кранов и снижать расходы на их обслуживание на основании оценки выработанного ресурса; проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту в зависимости от фактической наработки крана и др.

3.4.2. Регистрация и пуск в работу грузоподъемных кранов.
Регистрации в органах технадзора до пуска в работу подлежат: краны всех типов, включая мостовые краны-штабелеры с машинным

приводом и краны-манипуляторы (далее – краны); грузовые электрические тележки, передвигающиеся по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления (далее – краны); краны-экскаваторы, используемые для работы только с крюком, подвешенным на канате, или электромагнитом (далее – краны); электрические тали; подъемники крановые; лебедки с машинным приводом, предназначенные для подъема груза и (или) людей; грузозахватные органы; грузозахватные приспособления; тара, за исключением специальной тары, применяемой в металлургическом производстве, а также в морских и речных портах, требования к которой устанавливаются отраслевыми правилами и (или) нормами.

Не подлежат регистрации следующие краны: краны мостового типа и 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 не снабженные механизмом поворота; переставные краны для монтажа мачт, башен, труб, устанавливаемые на монтируемом сооружении; краны мостового типа и башенные краны, используемые в учебных целях на полигонах учреждений образования; краны, установленные на экскаваторах, дробильно-перегрузочных агрегатах, отвалообразователях и других технологических машинах, используемые только для ремонта этих машин; электрические тали; лебедки для подъема груза и (или) людей.

Регистрация кранов в органах технадзора производится по письменному заявлению владельца и паспорту крана.

В заявлении должно быть указано наличие у владельца крана ответственных специалистов, прошедших проверку знания Правил, и обученного персонала для обслуживания крана, а также подтверждено, что техническое состояние крана допускает его безопасную эксплуатацию.

Краны подлежат перерегистрации после: реконструкции; ремонта, если на кран был составлен новый паспорт; перестановки крана мостового типа на новое место; передачи крана другому владельцу.

Для перерегистрации крана, подвергнутого реконструкции, должен быть представлен новый паспорт, составленный организацией, производившей реконструкцию, или паспорт завода-изготовителя с изменениями. К паспорту должна быть приложена следующая документация: справка о характере реконструкции, подписанная специализированной

организацией, разработавшей проект реконструкции; новая характеристика крана и чертежи общего вида крана с основными габаритными размерами, если они изменились; принципиальные электрическая и гидравлическая схемы при их изменении; кинематические схемы механизмов и схемы запасовки канатов при их изменении; копии сертификатов (выписки из сертификатов) на металл, примененный при реконструкции крана; сведения о присадочных материалах (результаты испытания наплавленного металла или копии сертификата на электроды); сведения о результатах контроля качества сварки металлоконструкций; акт о проверке работоспособности приборов и устройств безопасности; акт о проведении полного технического освидетельствования.

При отказе в регистрации крана должны быть письменно в течение 5 дней указаны причины отказа со ссылкой на соответствующие пункты Правил и другие нормативные правовые акты.

Кран подлежит снятию с регистрации в органах технадзора в следующих случаях: при передаче его другому владельцу; при переводе его в разряд нерегистрируемых; при его списании.

Снятие крана с регистрации производится органами технадзора по письменному заявлению владельца крана с записью в паспорте о причинах снятия с регистрации.

Для снятия с регистрации крана при его списании владелец должен представить органу технадзора документ, подтверждающий приведение изношенных металлоконструкций и узлов крана в состояние, непригодное для их дальнейшего использования на кранах.

Краны, не подлежащие регистрации в органах технадзора, а также съемные грузозахватные приспособления снабжаются индивидуальным номером и под этим номером регистрируются их владельцем в журнале учета кранов и грузозахватных приспособлений.

Разрешение на пуск в работу крана, подлежащего регистрации в органах технадзора, должно быть получено от этих органов в следующих случаях: перед пуском в работу вновь зарегистрированного крана; после монтажа, вызванного установкой крана на новом месте (кроме стреловых самоходных и быстромонтируемых башенных кранов); после реконструкции крана; после ремонта с заменой расчетных элементов или узлов металлоконструкций крана с применением сварки; после установки портального крана на новом месте работы.

Разрешение на пуск крана в работу выдается инспектором органа технадзора на основании результатов полного технического освидетель-

ствования. О предстоящем пуске крана в работу владелец обязан уведомить орган технадзора (инспектора) не менее чем за 10 дней.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемной машины после очередного или внеочередного полного технического освидетельствования выдается независимым экспертом по согласованию с органом технадзора.

Разрешение на пуск в работу кранов, не подлежащих регистрации в органах технадзора, выдается лицом по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов на основании документации организации-изготовителя и результатов технического освидетельствования.

3.4.3. Техническое освидетельствование грузоподъемных кранов. Краны, находящиеся в работе, должны периодически подвергаться техническому освидетельствованию. *Техническое освидетельствование имеет целью* установить, что: кран и его установка соответствуют Правилам и паспортным данным; кран находится в состоянии, обеспечивающем его безопасную работу.

Техническое освидетельствование должно проводиться согласно руководству по эксплуатации крана. При отсутствии в руководстве соответствующих указаний освидетельствование кранов проводится согласно Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Краны в течение нормативного срока службы должны подвергаться *периодическому техническому освидетельствованию*: частичному – не реже одного раза в 12 месяцев; полному – не реже одного раза в 3 года.

Редко используемые краны должны подвергаться полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 5 лет. Отнесение кранов к категории редко используемых производится владельцем по согласованию с органом технадзора.

До пуска в работу краны должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию. Краны, подлежащие регистрации в органах технадзора, должны подвергаться техническому освидетельствованию до их регистрации.

Внеочередное полное техническое освидетельствование крана должно проводиться после: монтажа, вызванного установкой крана на новом месте (кроме стреловых самоходных и быстромонтируемых башенных кранов); реконструкции крана; ремонта расчетных металлоконструкций крана с применением сварки; изменения длины стрелы

и высоты башни; установки сменного стрелового оборудования или замены стрелы; капитального ремонта крана или замены грузовой или стреловой лебедки; замены крюка (проводятся только статические испытания); установки портального крана на новом месте работы; замены несущих или вантовых канатов кранов кабельного типа; в случаях, предусмотренных в инструкции по эксплуатации.

После установки новых грузовых, стреловых или других канатов, а также во всех случаях перепасовки канатов должна производиться проверка правильности запасовки и надежности крепления концов канатов, а также обтяжка канатов рабочим грузом, о чем должна быть сделана запись в паспорте крана лицом, ответственным за содержание кранов в исправном состоянии.

Полное, очередное и внеочередное техническое освидетельствование должно производиться экспертом технадзора или экспертом организации, имеющей соответствующее разрешение органа технадзора на данный вид деятельности, частичное техническое освидетельствование – лицом по надзору (владельцем крана) при участии в обоих случаях специалиста, ответственного за содержание кранов в исправном состоянии (если указанные обязанности выполняются разными лицами).

При полном техническом освидетельствовании кран должен подвергаться: осмотру; статическим испытаниям; динамическим испытаниям.

При частичном освидетельствовании статические и динамические испытания крана не проводятся. При техническом освидетельствовании крана должны быть осмотрены и проверены в работе его механизмы, тормоза, гидро- и электрооборудование, приборы и устройства безопасности. Кроме того, при техническом освидетельствовании крана должны быть проверены: состояние металлоконструкций крана и его сварных (клепаных) соединений, а также кабины, лестниц, площадок и ограждений; состояние крюка, блоков; фактическое расстояние между крюковой подвеской и упором при срабатывании концевого выключателя и остановке механизма подъема; состояние изоляции проводов и заземления электрического крана с определением их сопротивления; соответствие массы противовеса и балласта у крана стрелового типа значениям, указанным в паспорте; состояние кранового пути и соответствие его Правилам, проекту и руководству по эксплуатации крана; состояние канатов и их крепления; состояние освещения и сигнализации.

Результаты осмотров и проверок должны оформляться актом, подписанным лицом, ответственным за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

Статические испытания крана проводятся нагрузкой, на 25% превышающей его паспортную грузоподъемность.

При статических испытаниях мостового крана он устанавливается над опорами кранового пути, а его тележка (тележки) – в положение, отвечающее наибольшему прогибу моста. Контрольный груз поднимается краном на высоту 100–200 мм и выдерживается в таком положении в течение 10 минут.

Статические испытания козлового крана и мостового перегружателя проводятся так же, как испытания мостового крана; при этом у крана с консолями каждая консоль испытывается отдельно.

По истечении 10 минут груз опускается, после чего проверяется отсутствие остаточной деформации моста крана. При наличии деформации, явившейся следствием испытания крана грузом, кран не должен допускаться к работе до выяснения специализированной организацией причин деформации и определения возможности дальнейшей работы крана.

Статические испытания крана стрелового типа, имеющего одну или несколько грузовых характеристик, при периодическом или внеочередном техническом освидетельствовании проводятся в положении, соответствующем наибольшей грузоподъемности крана и (или) наибольшему грузовому моменту.

Испытания кранов, имеющих сменное стреловое оборудование, могут проводиться с установленным на них для работы оборудованием. После установки на кран сменного стрелового оборудования испытание проводится в положении, соответствующем наибольшей грузоподъемности крана при установленном оборудовании. Испытания кранов стрелового типа, не имеющих механизма изменения вылета (стрела поддерживается растяжкой), проводятся при установленных для испытаний вылетах.

С этими же вылетами при условии удовлетворительных результатов технического освидетельствования разрешается последующая работа крана.

При статических испытаниях кранов стрелового типа стрела устанавливается относительно ходовой опорной части в положение, отвечающее наименьшей расчетной устойчивости крана, и груз поднимается на высоту 100–200 мм.

Кран считается выдержавшим статические испытания, если в течение 10 минут поднятый груз не опустился на землю, а также не будет обнаружено трещин, остаточных деформаций и других повреждений металлоконструкций и механизмов.

Динамические испытания крана проводятся грузом, масса которого на 10% превышает его паспортную грузоподъемность, и имеют целью проверку действия механизмов и тормозов.

При динамических испытаниях кранов (кроме кранов кабельного типа) производятся многократные (не менее трех раз) подъем и опускание груза, а также проверка действия всех других механизмов при совмещении рабочих движений, предусмотренных руководством по эксплуатации крана.

У крана, оборудованного двумя и более механизмами подъема, должен быть испытан каждый механизм.

Испытания крана, имеющего несколько сменных грузозахватных органов, должны быть проведены с тем грузозахватным органом, который установлен на момент испытаний.

Для проведения статических и динамических испытаний владелец крана должен обеспечить наличие комплекта испытательных (контрольных) грузов с указанием их фактической массы.

Результаты технического освидетельствования крана записываются в его паспорт лицом, проводившим освидетельствование, с указанием срока следующего освидетельствования. При освидетельствовании вновь смонтированного крана запись в паспорте должна подтверждать, что кран смонтирован и установлен в соответствии с Правилами, руководством по эксплуатации и выдержал испытания.

Записью в паспорте действующего крана, подвергнутого периодическому техническому освидетельствованию, должно подтверждаться, что кран отвечает требованиям Правил, находится в исправном состоянии и выдержал испытания.

Краны, отработавшие нормативный срок службы, должны подвергаться техническому диагностированию, включая полное техническое освидетельствование, проводимому экспертом технадзора, головной и специализированными организациями в соответствии с нормативными документами. Результаты обследования должны заноситься в паспорт крана лицом, ответственным за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

При обследовании грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок службы, должен производиться расчет остаточного ресурса работы крана по методике, согласованной с технадзором.

В процессе эксплуатации съемных грузозахватных приспособлений и тары владелец должен периодически производить их осмотр в следующие сроки: траверс, клещей и других захватов и тары – каждый месяц; стропов (за исключением редко используемых) – каждые

10 дней; редко используемых съемных грузозахватных приспособлений – перед выдачей их в работу.

Выявленные в процессе осмотра поврежденные съемные грузозахватные приспособления должны изыматься из работы.

3.4.4. Расчет тяговых канатов и цепей, их браковка. Канаты, перед установкой на грузоподъемную машину, проверяются расчетом на соответствие коэффициенту запаса прочности:

$$P / S \geq K, \quad (3.9)$$

где P – разрывное усилие каната (указывается в паспорте на канат), Н; S – наибольшее натяжение ветви каната, Н; K – коэффициент запаса прочности (для кранов $K = 3-6$, для грузовых лифтов $K = 8-13$, для пассажирских лифтов $K = 9-25$).

Браковка канатов грузоподъемных кранов, находящихся в эксплуатации, должна производиться в соответствии с руководством по эксплуатации крана. При отсутствии в руководстве по эксплуатации соответствующего раздела для оценки безопасности использования канатов применяют следующие критерии: 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, раздавливания прядей, заломов, перегибов и т. п.; повреждение в результате температурного воздействия или электрического разряда.

Канаты кранов, предназначенных для перемещения расплавленного или раскаленного металла, огнеопасных и ядовитых веществ, бракуют при вдвое меньшем числе обрывов проволок.

При уменьшении диаметра каната в результате поверхностного износа или коррозии на 7% и более по сравнению с номинальным диаметром канат подлежит браковке даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

При уменьшении диаметра каната в результате повреждения сердечника из-за внутреннего износа, обмятия, разрыва и т. п. (на 3% от номинального диаметра у некрутящихся канатов и на 10% у остальных

канатов) канат подлежит браковке даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

При наличии у каната поверхностного износа или коррозии проволок число обрывов как признак браковки должно быть уменьшено.

При уменьшении первоначального диаметра наружных проволок в результате износа или коррозии на 40% и более канат бракуется.

Определение износа или коррозии проволок по диаметру производится с помощью микрометра или иного инструмента, обеспечивающего аналогичную точность.

Если груз подвешен на двух канатах, то каждый бракуется в отдельности, причем допускается замена одного, более изношенного каната.

Для оценки состояния внутренних проволок, т. е. для контроля потери металлической части поперечного сечения каната (потери внутреннего сечения), вызванной обрывами, механическим износом и коррозией проволок внутренних слоев прядей, канат необходимо подвергать дефектоскопии по всей его длине. При регистрации при помощи дефектоскопа потери сечения металла проволок, достигшей 17,5% и более, канат бракуется.

При обнаружении в канате одной или нескольких оборванных прядей канат к дальнейшей работе не допускается.

Браковка грузозахватных приспособлений, находящихся в эксплуатации, должна производиться по инструкции, разработанной специализированной организацией и определяющей порядок и методы осмотра и браковочные показатели.

При отсутствии у владельца инструкции браковка элементов канатных и цепных стропов производится в соответствии со следующими рекомендациями:

- канатный строп подлежит браковке, если число видимых обрывов наружных проволок каната двойной свивки диаметром d превышает указанное в табл. 3.3;

Таблица 3.3

Границы выбраковки канатных строп

Длина участка канатного стропа, мм	$3d$	$6d$	$30d$
Число видимых обрывов проволок	4	6	16

- цепной строп подлежит браковке при удлинении звена цепи более 3% от первоначального размера и при уменьшении диаметра сечения звена цепи вследствие износа более 10%.

3.5. Электробезопасность

3.5.1. Причины электротравм. Действие электрического тока на организм человека. Широкое использование электрической энергии во всех отраслях промышленности и быта обуславливает значительную опасность поражения человека электрическим током. Статистический анализ травматизма показывает, что количество электротравм в промышленности составляет всего около 0,5–1% от всех травм, однако, на них приходится 15–20% летального исхода, причем, до 80–85% электротравм со смертельным исходом происходит в сетях с напряжением до 1000 В.

Анализ основных причин электротравматизма показывает, что 40–45% электротравм связаны с ненадлежащим уровнем эксплуатации оборудования, приводящим к снижению сопротивления изоляции, появлению напряжения на его токопроводящих нетоковедущих частях, использованием электрооборудования на напряжения, не соответствующие классификации помещений по опасности поражения электрическим током. Значительное количество электротравм (25–30%) вызывается неудовлетворительной организацией рабочего места и недостаточным инструктированием лиц, работающих на электроустановках, 30–35% электротравм обусловлено неудовлетворительной конструкцией и монтажом оборудования, наличием открытых токоведущих частей, недостаточным расстоянием между токоведущими частями и металлическими конструкциями оборудования, отсутствием сигнализации, указательных, предупреждающих, запрещающих знаков, блокировок, ограждающих, защитных устройств, отсутствием или неправильным использованием средств коллективной и индивидуальной защиты и др.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействия.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Механическое действие тока выражается в разрыве, расслоении и других повреждениях различных тканей организма, в том

числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и связанных с его жизненными функциями.

Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию – возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов.

Так, если электрический ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Это так называемое прямое, или непосредственное, раздражающее действие тока на ткани, по которым он проходит.

Однако действие тока может быть не только прямым, но и рефлексорным, то есть осуществляться через центральную нервную систему. Ток может вызывать возбуждение и тех тканей, которые не находятся у него на пути. Проходя через тело человека, он вызывает раздражение рецепторов – особых клеток, имеющих в большом количестве во всех тканях организма и обладающих высокой чувствительностью к воздействию факторов внешней и внутренней среды. Центральная нервная система перерабатывает нервный импульс и передает его к рабочим органам: мышцам, железам, сосудам, которые могут находиться вне зоны прохождения тока.

Различают два вида поражения электрическим током: *электрические травмы*, результатом которых являются внешние поражения тела – ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия, и *электрический удар*, связанный с поражением всего организма.

Электрический ожог возможен при прохождении через тело человека токов более 1 А. В тканях, по которым проходит ток, выделяется некоторое количество теплоты, пропорциональное приложенному напряжению и протекающему току. При нагреве тканей до температуры 60–70°C происходит свертывание белков и возникает ожог. Такие ожоги проникают глубоко в ткани и могут привести к частичной или полной инвалидности. Возможны также ожоги электрической дугой, возникающей в электроустановках напряжением 35 кВ и выше между токоведущими частями электроустановки и телом человека при приближении на опасное расстояние, а также электрической дугой, возникающей в электроустановках до 1000 В

между токоведущими частями, если человек попадает в зону действия электрической дуги.

Электрические знаки возникают в местах контакта с токоведущими частями. Они представляют собой затвердевшую в виде мозоли кожу серого или желтовато-белого цвета. Края электрического знака резко очерчены белой или серой каймой. Электрические знаки безболезненны, но при глубоких поражениях больших участков тканей могут привести к нарушению функций пораженного органа.

Электрометаллизация кожи – проникновение под поверхность кожи частиц металла вследствие разбрызгивания и испарения под действием тока (например, при возникновении электрической дуги) или электролиза в местах соприкосновения с токоведущими частями электрооборудования. Со временем поврежденный участок кожи восстанавливается и болезненные явления исчезают.

Электроофтальмия – поражение глаз в результате воздействия ультрафиолетового излучения электрической дуги или ожогов.

Электрический удар наблюдается при воздействии малых токов и небольших напряжений до 1000 В. Ток действует на нервную систему и на мышцы, при этом может возникнуть паралич пораженных органов.

Экспериментальные исследования показали, что человек начинает ощущать раздражающее действие переменного тока промышленной частоты силой 0,6–1,6 мА и постоянного тока 5–7 мА. Эти токи не представляют серьезной опасности для деятельности организма человека, и так как при такой силе тока возможно самостоятельное освобождение человека от контакта с токоведущими частями, то допустимо его длительное протекание через тело человека.

В тех случаях, когда раздражающее действие тока становится настолько сильным, что человек не в состоянии освободиться от контакта, возникает опасность длительного протекания тока через тело человека. Длительное воздействие таких токов может привести к затруднению и нарушению дыхания. Для переменного тока промышленной частоты сила неотпускающего тока находится в пределах 6–20 мА и более. Постоянный ток не вызывает неотпускающего эффекта, а приводит к сильным болевым ощущениям, они возникают при прохождении тока 15–80 мА и более.

При протекании тока в несколько сотых долей ампера возникает опасность нарушения работы сердца. Может возникнуть фибрилляция сердца, то есть беспорядочные, некоординированные сокращения волокон сердечной мышцы, при этом сердце не в состоянии гнать кровь по сосудам, происходит остановка кровообращения. Фибрилляция

длится, как правило, несколько минут, после чего происходит энергетическое истощение сердечной мышцы и следует полная остановка сердца. Как показывают экспериментальные исследования, пороговые фибрилляционные токи зависят от массы организма, длительности протекания тока и его пути. Верхний предел фибрилляционного тока – 5 А. Ток больше 5 А как переменный, так и постоянный вызывает немедленную остановку сердца, минуя состояние фибрилляции.

Кроме величины протекающего через тело человека тока в исходе поражения большое значение имеет его путь. Поражение будет более тяжелым, если на пути тока оказываются сердце, легкие, головной и спинной мозг.

В практике обслуживания электроустановок ток, протекающий через тело человека, попавшего под напряжение, идет чаще всего по пути «рука – рука» или «рука – нога». Возможных путей тока в теле человека (петли тока) достаточно много, причем наибольшую опасность представляют петли, проходящие через область сердца. При протекании тока по пути «нога – нога» через сердце проходит 0,4% общего тока, по пути «рука – рука» 3,3%, «левая рука – ноги» 3,7%, «правая рука – ноги» 6,7%, «голова – ноги» 6,8%, «голова – руки» 7%.

Сила неотпускающего тока по пути «рука – рука» приблизительно в два раза меньше, чем по пути «рука – нога».

Ток, протекающий через тело человека, попавшего под напряжение, зависит в первую очередь, от величины приложенного напряжения и длительности его воздействия. С увеличением напряжения и длительности его воздействия сопротивление тела человека уменьшается, что приводит к увеличению протекающего тока.

Основным сопротивлением в цепи тока через тело человека является верхний роговой слой кожи, толщина которого составляет 0,05–0,2 мм. Сопротивление внутренних тканей не превышает 800–1000 Ом.

Зависимость сопротивления тела человека от величины приложенного напряжения и величина протекающего тока приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Зависимость сопротивления тела человека от величины приложенного напряжения и величина протекающего тока

Показатели	Зависимость величин					
	6,0	18	75	80	100	175
Приложенное напряжение, В	6,0	3,0	1,15	1,065	1,0	0,7
Сопротивление тела человека, кОм	1,0	6,0	65	75	100	250
Ток, проходящий через человека, мА						

Сопротивление тела человека изменяется в широких пределах в зависимости от состояния кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная и т. п.), плотности контакта, площади контакта, времени воздействия тока и др.

Реальное сопротивление тела человека может быть от 1000 до 100000 Ом. Для расчетов по электробезопасности принимают величину, равную 1000 Ом.

На опасность поражения электрическим током влияют индивидуальные особенности людей. Ток, вызывающий лишь слабые ощущения у одного человека, может быть неотпускающим для другого в зависимости от состояния нервной системы, массы тела, физического развития, пола и всего организма в целом. Установлено, что для женщин пороговые значения тока приблизительно в 1,5 раза ниже. У одного и того же человека пороговые значения тока изменяются в зависимости от состояния организма, нервной системы, утомления и т. п.

Опасность поражения электрическим током зависит также от частоты тока, переменный ток частотой 50 Гц является самым неблагоприятным. Установлено, что сила фибрилляционного тока при 400 Гц примерно в 3,5 раза больше фибрилляционного тока при частоте 50 Гц, поэтому повышение частоты тока применяют как одну из мер повышения электробезопасности.

3.5.2. Анализ условий поражения человека электрическим током. В зависимости от режима нейтрали и наличия нулевого провода различают следующие трехфазные сети (рис. 3.3): *а* – трехпроводные с изолированной нейтралью; *б* – трехпроводные с заземленной нейтралью; *в* – четырехпроводные с изолированной нейтралью; *г* – четырехпроводные с заземленной нейтралью.

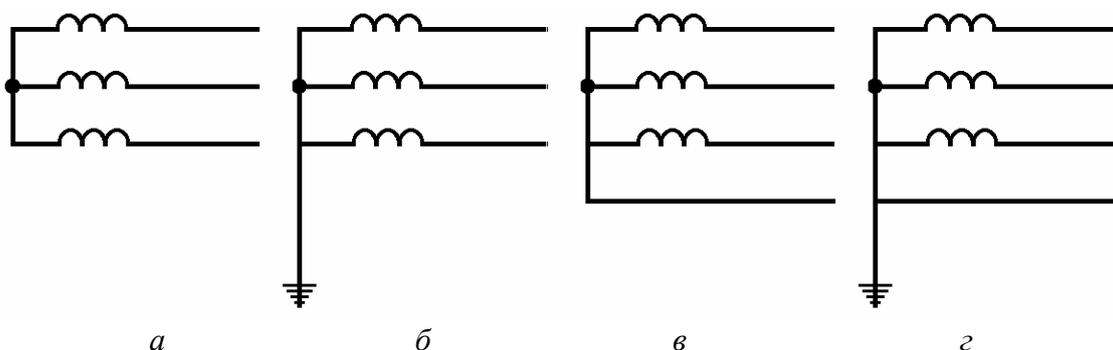


Рис. 3.3. Конструктивное исполнение трехфазной электрической сети

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) предусмотрено применение при напряжениях до 1000 В лишь двух сетей: трехпроводной с изолированной нейтралью и четырехпроводной с заземленной нейтралью. Две другие электрические сети практически применяются очень редко.

Заземленной нейтралью называется нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление.

Изолированной нейтралью называется нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты и подобные устройства, имеющие большое сопротивление.

Поражение электрическим током может произойти в следующих случаях: при однофазном прикосновении не изолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановки, находящимся под напряжением (прикосновение к одной из фаз, находящейся под напряжением); при приближении человека, не изолированного от земли, на опасное расстояние к токоведущим, не защищенным изоляцией частям электроустановок, находящихся под напряжением; при прикосновении человека, не изолированного от земли, к корпусам электрических машин, трансформаторов, светильников и другим металлическим нетоковедущим частям оборудования, которые могут оказаться под напряжением при замыкании одной из фаз на корпус; при освобождении другого человека, находящегося под напряжением; при контакте с двумя точками в поле растекания тока, имеющими разные потенциалы (включение под напряжение шага); при двухфазном прикосновении (одновременное прикосновение к двум неизолированным частям электроустановки, находящимся под напряжением разных фаз).

Поражение человека при случайном прикосновении к токоведущим частям электрической сети зависит от схемы прикосновения человека, напряжения сети, схемы самой сети, режима нейтрали сети, качества изоляции токоведущих частей от земли, емкости токоведущих частей относительно земли и т. п.

Наибольшую опасность представляет двухфазное прикосновение.

При двухфазном (двухполюсном) прикосновении (рис. 3.4), независимо от вида сетей, человек попадает под полное линейное (рабочее) напряжение сети и величина тока, проходящего через тело человека, зависит только от напряжения сети и сопротивления тела человека:

$$I_{\text{чел}} = U_{\text{л}} / R_{\text{чел}}, \quad (3.10)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение сети, В; $R_{\text{чел}}$ – условное сопротивление тела человека, 1000 Ом.

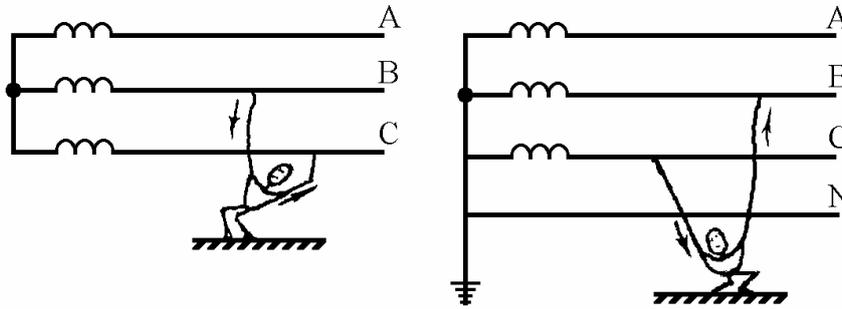


Рис. 3.4. Схема двухфазного включения человека в электрическую сеть

При однофазном включении в сеть с изолированной нейтралью (рис. 3.5, а) величина тока, проходящего через человека, определяется по формуле

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3} \left(R_{\text{чел}} + \left(R_{\text{из}} / \sqrt{3} \right) \right)}, \quad (3.11)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции фаз, Ом.

Условия безопасности в этом случае находятся в прямой зависимости от сопротивления изоляции фаз относительно земли: чем лучше изоляция, тем меньше ток, протекающий через человека.

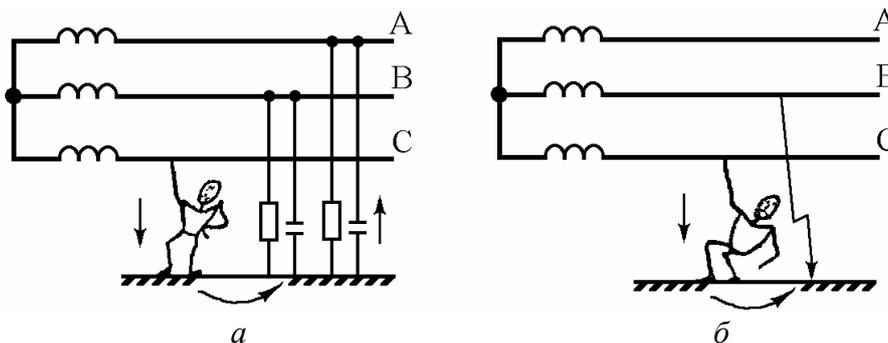


Рис. 3.5. Схема однофазного включения в сеть с изолированной нейтралью:
а – при хорошей изоляции; б – при аварийном режиме

Однако в аварийном режиме, когда одна из фаз замыкает на землю или корпус оборудования (рис. 3.5, б) или сопротивление изоляции мало, человек может оказаться под полным линейным напряжением:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}}}, \quad (3.12)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{\text{об}}$ – сопротивление обуви, Ом; $R_{\text{п}}$ – сопротивление пола, Ом.

При однофазном включении в сеть с заземленной нейтралью (рис. 3.6) человек попадает под фазное напряжение независимо от величины сопротивления изоляции фаз.

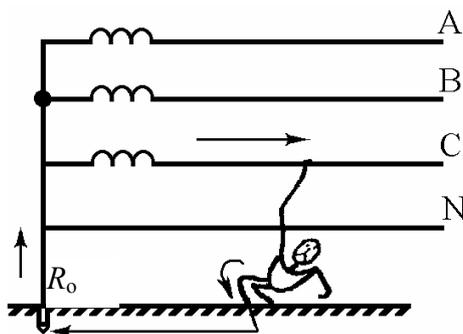


Рис. 3.6. Схема однофазного включения в сеть с заземленной нейтралью

Величина тока, проходящего через человека, в этом случае определяется по формуле

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_0}, \quad (3.13)$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{\text{об}}$ – сопротивление обуви, Ом; $R_{\text{п}}$ – сопротивление пола, Ом; R_0 – сопротивление заземления нейтрали, Ом.

Условия электробезопасности зависят и от параметров окружающей среды (влажность, температура, наличие токопроводящей пыли, материал пола и др.).

Тяжесть поражения током зависит от плотности и площади контакта человека с частями, находящимися под напряжением. Наличие заземленных металлических конструкций и полов приводит к тому, что человек практически постоянно связан с одним полюсом (землей) электроустановки. В этом случае любое прикосновение человека к токоведущим частям сразу приводит к двухполюсному включению его в электрическую цепь. Токоведущая пыль и влага создают дополнительные условия для электрического контакта как с токоведущими частями, так и с землей.

В процессе эксплуатации электроустановок может возникнуть замыкание на корпус установки. Под *замыканием на корпус* понимают

случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки. Замыкание на корпус может быть результатом случайного касания токоведущей части корпуса машины, повреждения изоляции, падения провода, находящегося под напряжением, на нетоковедущие металлические части и т. п.

Если корпус электроустановки имеет связь с землей через специальное заземляющее устройство или фундамент, то в этом случае в сети с изолированной нейтралью в точке замыкания на землю протекает ток, обусловленный сопротивлением изоляции других исправных фаз. На земле (полу) возникает поле растекания тока.

На поверхности земли точки с одинаковым потенциалом будут иметь вид концентрических окружностей с центром в месте замыкания на землю. Потенциал точек, находящихся на расстоянии 20 м и более от места замыкания принимается равным нулю. Наибольший потенциал будет в точке замыкания на землю. Характер изменения потенциала в поле растекания тока имеет гиперболическую зависимость (рис. 3.7).

Напряжение на корпусе оборудования относительно точки с нулевым потенциалом будет равно напряжению на заземлителе:

$$U_{\text{к}} = U_{\text{з}} = I_{\text{з}} \cdot R_{\text{з}}, \quad (3.14)$$

где $I_{\text{з}}$ – ток замыкания на землю, А; $R_{\text{з}}$ – сопротивление заземляющего устройства, Ом.

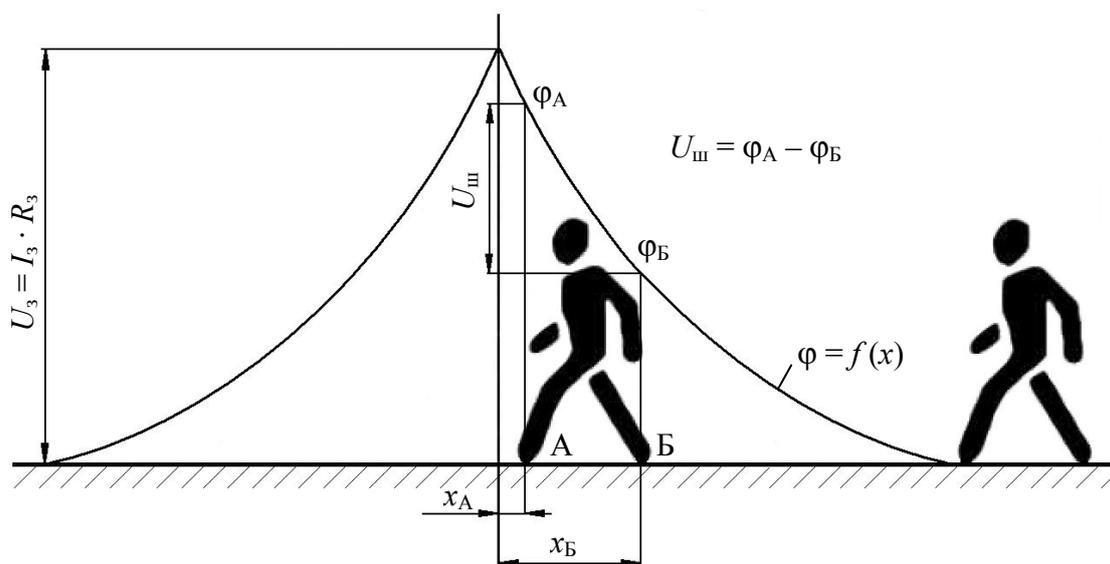


Рис. 3.7. Характер изменения потенциала в поле растекания тока: $\varphi_{\text{А}}$ – потенциал в точке А; $\varphi_{\text{Б}}$ – потенциал в точке Б; $U_{\text{ш}}$ – шаговое напряжение

Человек, находящийся в зоне растекания тока и касающийся при этом корпуса оборудования, оказывается под напряжением прикосновения, величина которого зависит от разности потенциалов точки, на которой стоят ноги человека и точки замыкания на землю. С увеличением расстояния до точки замыкания сети на землю напряжение прикосновения увеличивается.

Находясь в зоне растекания тока замыкания на землю, человек оказывается под напряжением шага. **Напряжением шага** называется разность потенциалов двух точек в поле растекания тока, находящихся на расстоянии 0,8 м друг от друга (расстояние шага). Величина напряжения шага и напряжения прикосновения зависят от формы потенциальной кривой, расстояния до места замыкания, сопротивления обуви. Наибольшая величина напряжения шага будет вблизи заземлителя, особенно если человек одной ногой стоит над заземлителем (точка с максимальным потенциалом равным U_3), а второй – на расстоянии шага от заземлителя. Напряжение шага будет равно нулю, если обе ноги человека находятся на эквипотенциальной линии (на точках с одинаковым потенциалом). В электрических сетях напряжением до 1000 В на расстоянии более 5 м напряжение шага практически не ощущается.

3.5.3. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током. Опасность поражения электрическим током в значительной степени зависит от условий окружающей среды, в которых будет эксплуатироваться электрооборудование.

Согласно ПУЭ помещения по характеру окружающей среды подразделяются на нормальные, сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные и с химически активной или органической средой.

Нормальные – сухие помещения, в которых отсутствуют признаки, свойственные помещениям жарким, пыльным, с химически активной или органической средой.

Сухие – помещения, относительная влажность воздуха в которых не превышает 60%.

Влажные – помещения, пары или конденсирующаяся влага в которых выделяются лишь временно и притом в небольших количествах. Относительная влажность воздуха в помещении более 60%, но не превышает 75%.

Сырые – относительная влажность воздуха в помещении длительно превышает 75%.

Особо сырые – относительная влажность воздуха в помещении близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Жаркие – температура воздуха в помещении длительно превышает 30°C.

Пыльные – по условиям производства в помещении выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.

С химически активной или органической средой – по условиям производства в помещении могут содержаться постоянно или временно пары или образовываться отложения, разрушительно действующие на изоляцию и токоведущие части оборудования.

По степени опасности поражения людей электрическим током помещения подразделяются на три категории: помещения без повышенной опасности, помещения с повышенной опасностью и особо опасные помещения.

К помещениям без повышенной опасности относятся помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%); токопроводящей пыли, оседающей на электрических проводах, электрооборудовании; токопроводящих полов; высокой температуры, длительно превышающей +35°C; возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, механизмам с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.

Особо опасные помещения характеризуются наличием одного из условий, создающих особую опасность: особой сырости (относительная влажность воздуха близка к 100%); химически активной или органической среды, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования; наличием одновременно двух и более условий повышенной опасности.

Территории размещения наружных электроустановок по опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

3.5.4. Меры электробезопасности при эксплуатации электроустановок. Электрическая изоляция различных токоведущих проводов, частей оборудования (внутренние электрические сети, статорные

обмотки электродвигателей, обмотки трансформаторов и т. п.) является основой обеспечения электробезопасности. Надежная и качественная электрическая изоляция может обеспечить 100%-ную электробезопасность. Однако на практике электрическая изоляция может быть разрушена от механических повреждений, действия химически активной среды, повышенной температуры, неправильной эксплуатации электроустановок. При этом может появиться напряжение на корпусах, которые обычно не находятся под напряжением.

Согласно действующим Правилам устройства электроустановок, 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 (500000 Ом).

Изоляцию электрических машин напряжением свыше 1000 В рассчитывают по формуле

$$R = \frac{U}{1000 + P/100}, \quad (3.15)$$

где R – сопротивление изоляции, МОм; U – напряжение, В; P – номинальная мощность, кВт.

Различают рабочую, дополнительную, двойную и усиленную электрическую изоляцию.

Рабочей называется изоляция токоведущих частей электроустановок, обеспечивающая их нормальную работу и защиту от поражения электрическим током.

Дополнительной является изоляция, предусмотренная для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

Двойная изоляция состоит из рабочей и дополнительной изоляции. Такая изоляция достигается изготовлением корпусов электрооборудования из изолирующего материала.

Усиленная изоляция представляет собой улучшенную рабочую изоляцию, обеспечивающую такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Измерение сопротивления изоляции электрических установок производят после их монтажа, ремонта и 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.

Корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и другие металлические нетоковедущие части оборудования могут оказаться под напряжением при замыкании одной из фаз на корпус. Если

корпус при этом не имеет контакта с землей, то прикосновение к нему также опасно, как и прикосновение к фазе. В целях обеспечения электробезопасности используются следующие способы и средства: защитное заземление; зануление; защитное отключение; выравнивание потенциалов; малые напряжения; электрическое разделение сетей; изоляция токоведущих частей; оградительные устройства; предупредительная сигнализация; блокировки; знаки безопасности; электрозащитные средства и др.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение металлических токопроводящих нетоковедущих частей оборудования (корпусов) с землей через естественные или искусственные заземлители. Чаще всего это стержни из угловой стали, забитые в землю вертикально и соединенные между собой под землей приваренной к ним стальной полосой (рис. 3.8).

В качестве естественных заземлителей можно также использовать водопроводные трубы и любые другие металлические трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих газов, жидкостей, а также трубопроводов, покрытых изоляцией).

Согласно ПУЭ, для электроустановок напряжением до 1000 В при изолированной нейтрали трансформатора (генератора) сопротивление защитного заземления должно быть не более 4 Ом.

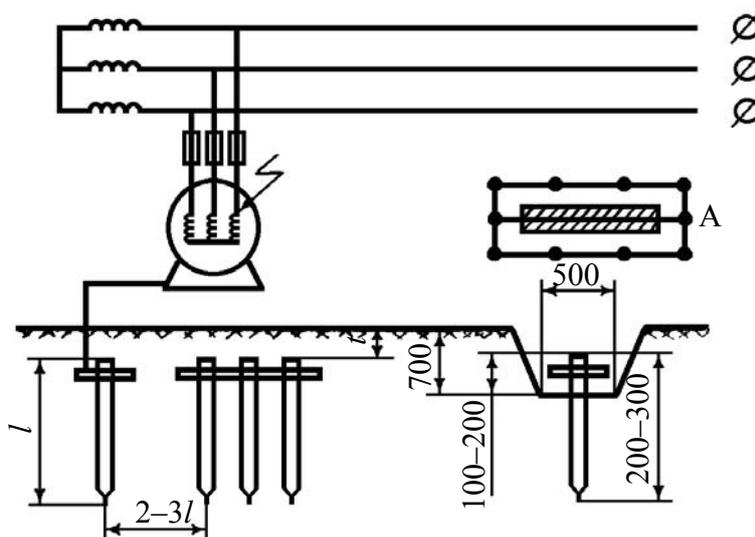


Рис. 3.8. Схема заземляющего устройства:
А – расположение заземлителей в плане

В случае пробоя одной из фаз электросети на корпус электродвигателя благодаря защитному заземлению напряжение, 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 растеканию тока заземлителя R_3 :

$$U_k = I_3 \cdot R_3. \quad (3.16)$$

Ток однофазного замыкания на землю в сети напряжением до 1000 В обычно не превышает 10 А. Следовательно, напряжение на корпусе заземленного оборудования при замыкании составит $U_k = 10 \cdot 4 = 40$ В.

Поэтому ток $I_{\text{чел}}$, проходящий через тело человека, тем меньше, чем меньше сопротивление заземлителя.

Каждое заземляющее устройство имеет паспорт, в котором указана его схема, основные расчетные данные, сведения о его ремонте и о замерах сопротивления: после монтажа, в первый год после включения в работу и затем не реже 1 раза в 6 лет в энергосистемах, 1 раза в 3 года на подстанциях потребителей и ежегодно в цеховых электроустановках. Одновременно с измерением сопротивления проверяют целостность внешних заземляющих проводников, надежность присоединений естественных заземлителей, вскрывают (выборочно) грунт для осмотра электродов: не изъедены ли они коррозией и блуждающими токами.

При обнаружении частей заземляющего устройства, пришедших в негодность и подверженных значительной коррозии, они должны быть заменены новыми.

В сетях с глухозаземленной нейтралью заземление как средство защиты не применяется. В этих сетях напряжение замкнувшей фазы распределяется между сопротивлениями заземления нейтрали и заземления оборудования. Поэтому напряжение на заземленном оборудовании относительно земли зависит только от соотношения этих сопротивлений:

$$U = \frac{U_{\phi} \cdot R_3}{R_0 + R_3}, \quad (3.17)$$

где R_3 – сопротивление заземления оборудования, Ом; R_0 – сопротивление заземления нейтрали, Ом. Если $R_3 = R_0$, то $U = 0,5 \cdot U_{\phi}$, В.

Следовательно, защитное заземление оборудования в сети с глухозаземленной нейтралью безопасность не обеспечивает.

Для защиты от поражения электрическим током в сетях с глухозаземленной нейтралью применяется зануление (рис. 3.9).

Занулением называется преднамеренное соединение металлических частей, корпусов оборудования, аппаратов, приборов, нормально

не находящихся под напряжением, с нулевым проводом с помощью металлического проводника.

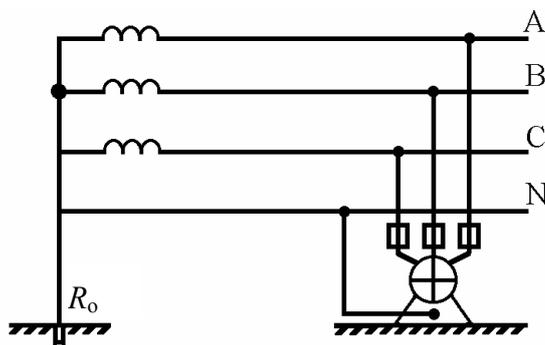


Рис. 3.9. Схема зануления оборудования

Основная задача зануления состоит в том, чтобы превратить замыкание фазы на корпус в однофазное короткое замыкание и вызвать тем самым отключение поврежденного оборудования от сети. В течение всего времени, пока не сгорел предохранитель или не сработал автомат защиты, замыкание на один зануленный корпус (рис. 3.10) вызывает на всем зануленном оборудовании напряжение относительно земли, опасное для человека, которое определяется по формуле

$$U = I_{к.з} \cdot R_H = \frac{U_\phi}{R_H + R_\phi} \cdot R_H = \frac{U_\phi}{1 + (R_\phi / R_H)}, \quad (3.18)$$

где $I_{к.з}$ – ток короткого замыкания, А; R_H – сопротивление нулевого провода, Ом; R_ϕ – сопротивление фазного провода, Ом.

Согласно ПУЭ отношение $\frac{R_\phi}{R_H} = 0,5$, тогда $U = \frac{220}{1 + 0,5} = 146$ В.

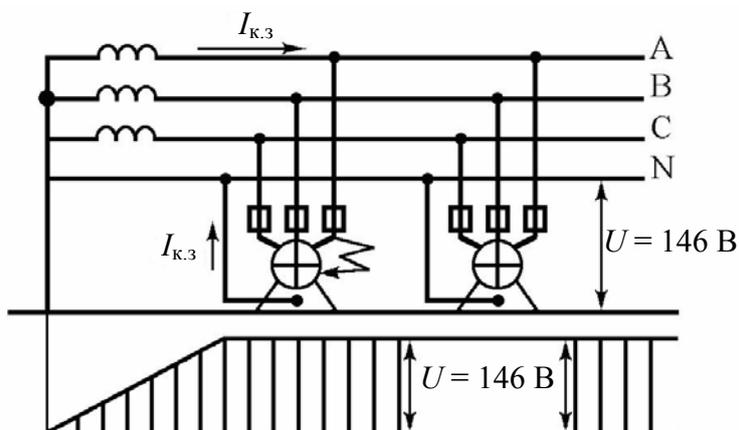


Рис. 3.10. Схема замыкания фазы на корпус зануленного оборудования

Безопасность может быть достигнута лишь при весьма кратковременном действии тока, т. е. при быстром срабатывании защиты.

Допустимое время воздействия напряжения, приложенного к телу человека, в зависимости от его величины представлено в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Зависимость допустимых значений напряжения электрического тока, приложенного к телу человека, от времени его воздействия

Время воздействия, с	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
Допустимые напряжения, В	160	120	110	90	80	60	50

Однако применяемые в настоящее время системы защиты от поражения электрическим током на основе зануления (системы TN-C, TN-S, TN-C-S) не обеспечивают электробезопасность при случайном прикосновении к токоведущим частям оборудования при однофазном включении человека в электрическую сеть.

Безопасное для человека сочетание величины тока и времени его прохождения обеспечивается применением устройств защитного отключения (УЗО). *Защитное отключение* – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током.

Применение УЗО обеспечивает: защиту от косвенного прикосновения, когда человек касается корпуса электроустановки, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции; защиту от прямого прикосновения, когда человек непосредственно касается фазного провода источника питания; защиту от пожара, который может возникнуть из-за чрезмерных токов утечки.

Применение УЗО является обязательным: для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью поражения электрическим током; для групповых линий в мобильных зданиях из металла или с металлическим каркасом; для электроустановок, в которых устройства защиты не обеспечивают нормируемого времени их отключения; для групповых линий, питающих электроприемники напряжением выше 25 В, монтируемые в ванных, душевых и парильных помещениях (кроме электроприемников, присоединенных к сети через разделительный трансформатор); для систем электрообогрева полов и др.

Устройства защитного отключения создаются на различных принципах действия. Существуют УЗО, реагирующие на ток нулевой

последовательности; на напряжение нулевой последовательности; на токи и напряжения оперативных источников питания; на напряжение корпуса электроустановки относительно земли.

В электроустановках напряжением до 1000 В наиболее широко применяются УЗО, реагирующие на дифференциальный ток утечки. Схема такого однофазного УЗО приведена на рис. 3.11.

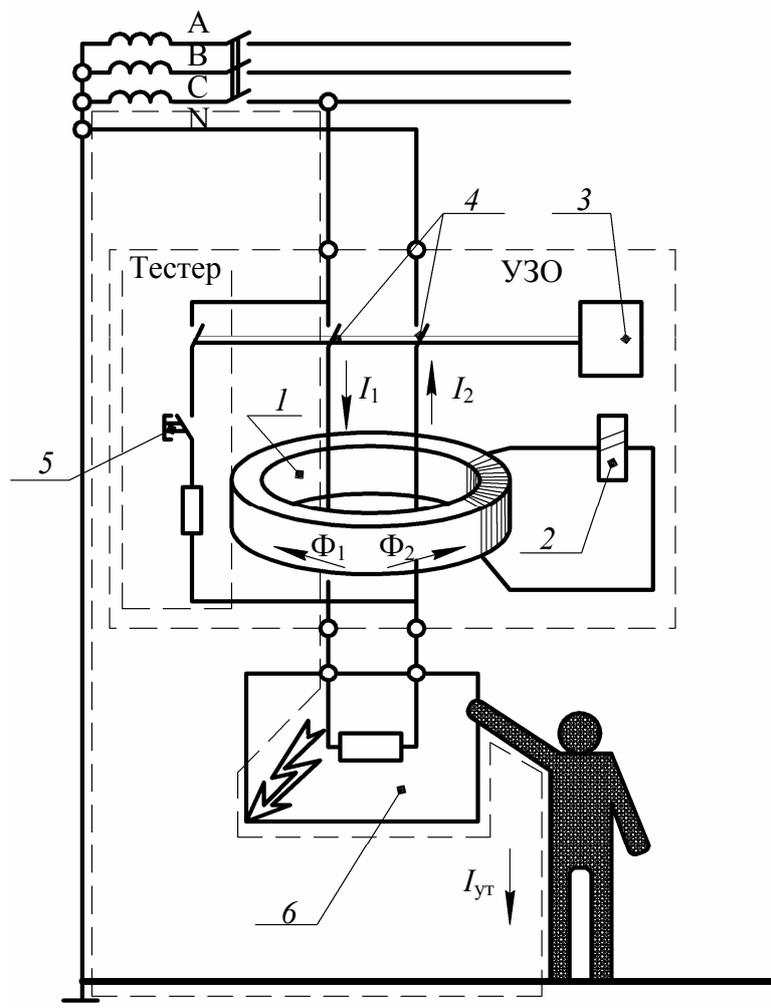


Рис. 3.11. Схема устройства защитного отключения:
 1 – трансформатор тока утечки; 2 – обмотка магнитоэлектрической защелки;
 3 – механизм отключения; 4 – контакты; 5 – кнопка тестирования;
 6 – электрооборудование

Датчиком устройства служит трансформатор тока утечки I , кольцевой магнитопровод которого охватывает провода, питающие нагрузку 6 и играющие роль первичной обмотки. При отсутствии тока утечки рабочие токи в прямом и обратном направлениях равны по величине. Они

наводят в магнитопроводе противоположно направленные потоки Φ_1 и Φ_2 . Результирующий поток равен нулю, поэтому УЗО не срабатывает.

При появлении тока утечки ток в прямом направлении I_1 превышает обратный ток I_2 на величину тока утечки $I_{ут}$. В сердечнике возникает магнитный поток небаланса, и по обмотке магнитоэлектрической защелки 2 протекает ток, вызывающий ее срабатывание и воздействие на механизм 3, отключающий контакты 4. УЗО срабатывает.

Для проверки исправности УЗО предусмотрена цепь тестирования 5 (кнопка «Тест»).

УЗО является высокоэффективным и перспективным способом защиты. В то же время УЗО не защищают электрическую сеть от токов коротких замыканий и перегрузок и должны применяться в комплексе с автоматическими выключателями или плавкими предохранителями.

Они используются в электроустановках до 1000 В в дополнение к защитному занулению, а также в качестве основного или дополнительного способа защиты, когда другие способы малоэффективны.

Малые напряжения – напряжения, не требующие обязательного применения электрозащитных средств при работе с ручным электрофицированным инструментом. Они устанавливаются в зависимости от характеристики помещений по опасности поражения электрическим током. Для помещений без повышенной опасности – 220 В; для помещений с повышенной опасностью – 36 В; для особо опасных помещений – 12 В.

Малые напряжения применяют в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Они используются для питания электроинструментов, переносных светильников, местного освещения на производственном оборудовании.

Выравнивание потенциалов – метод снижения напряжений прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Выравнивание потенциалов достигается устройством контурных заземлений. При замыкании токоведущих частей на корпус, соединенный с таким заземлением, участки земли внутри корпуса приобретают потенциал, близкий к потенциалу заземлителей. Тем самым максимальные значения напряжений прикосновения и шага снижаются до допустимых значений.

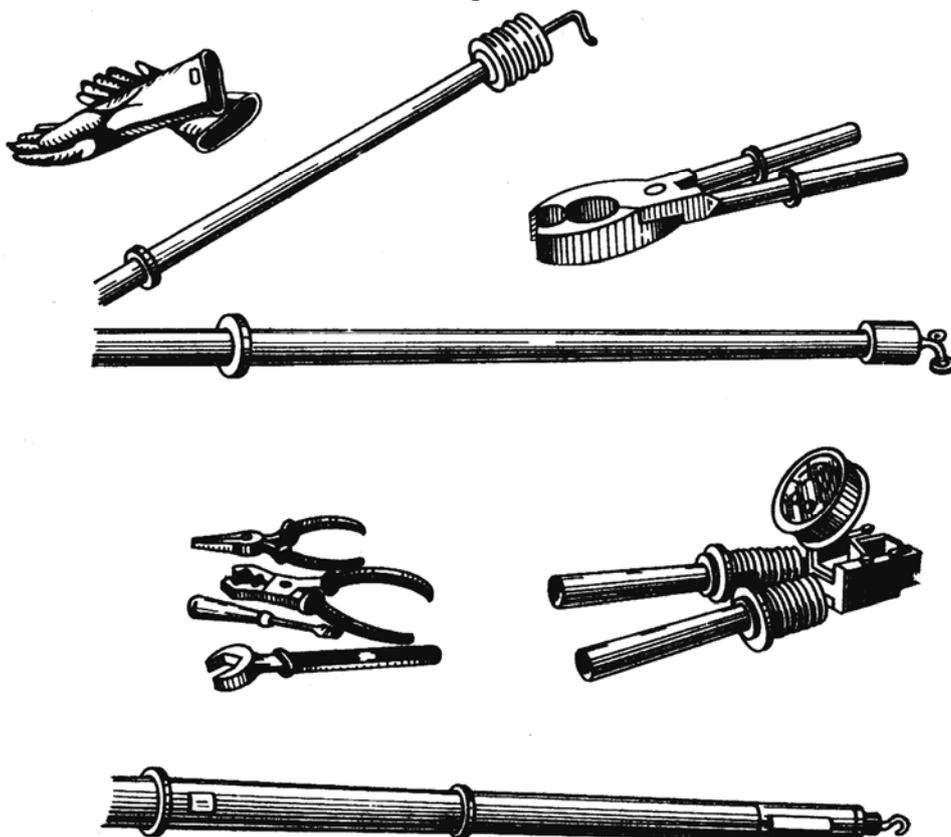
Электрическое разделение сетей – разделение сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки с помощью разделительного трансформатора. Участки сети будут обладать значительно

меньшей емкостью и более высоким значением сопротивления изоляции. Опасность поражения током при этом резко снижается.

Электрозащитные средства в зависимости от назначения подразделяются на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие защитные средства делят на основные и дополнительные (рис 3.12).

Основные средства защиты



Дополнительные средства защиты

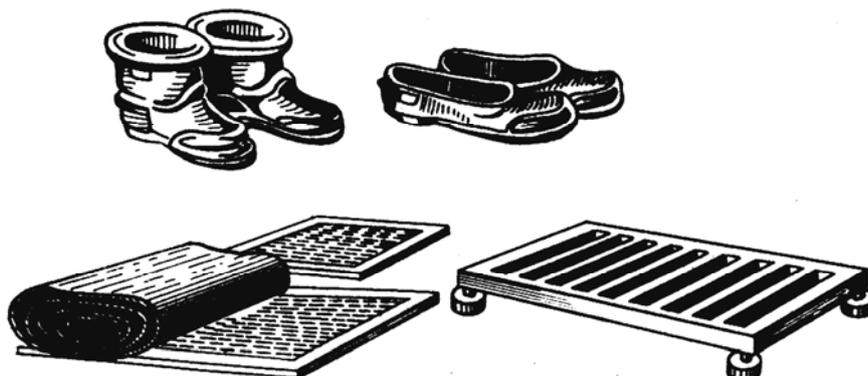


Рис. 3.12. Изолирующие защитные средства

К *основным защитным средствам* относят те, изоляция которых рассчитана на рабочее напряжение электроустановки и допускает прикосновение к токоведущим частям. В электроустановках до 1000 В это диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, инструменты с изолированными ручками, токоизмерительные клещи, указатели напряжения. В электроустановках напряжением выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения.

К *дополнительным средствам защиты* в электроустановках до 1000 В относятся: диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки. В электроустановках свыше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, а также для заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности при случайном появлении напряжения (временные заземления).

К *вспомогательным средствам* относятся защитные очки, рукавицы, предохранительные пояса, страховочные канаты, «когти» и др.

3.5.5. Первая помощь при поражениях электрическим током.

Перед оказанием первой помощи необходимо освободить пострадавшего от действия электрического тока. Это можно сделать различными способами. Наиболее простой способ – отключение электроустановки, которой касается пострадавший. Если пострадавший находится на высоте, необходимо принять меры, предупреждающие его падение или обеспечивающие его безопасность. При невозможности быстро отключить электроустановку нужно отделить пострадавшего от токоведущих частей, одновременно защитив себя от поражения электрическим током. Это можно сделать в сетях напряжением до 1000 В, используя сухую одежду, диэлектрические перчатки, встав на сухую доску или изолирующую подставку. В сетях напряжением выше 1000 В необходимо надеть диэлектрические перчатки, боты и пользоваться изолирующей штангой или клещами.

Освободив пострадавшего, его следует уложить на спину, создать приток свежего воздуха, расстегнуть стесняющую одежду, растереть и согреть тело.

Пострадавшему, находящемуся в бессознательном состоянии, нужно давать нюхать нашатырный спирт и опрыскивать лицо холодной водой. Если пострадавший придет в сознание, ему надо дать выпить 15–20 капель настойки валерианы и горячего чая.

При отсутствии дыхания и пульса нужно немедленно приступить к выполнению искусственного дыхания и закрытого массажа сердца.

Искусственное дыхание выполняется способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос». Перед началом искусственного дыхания следует убедиться в проходимости верхних дыхательных путей, которые могут быть закрыты запавшим языком, посторонними предметами, слизью. Голову пострадавшего максимально запрокидывают. При таком положении головы рот раскрывается. Оказывающий помощь делает глубокий вдох и, прижав свой рот ко рту пострадавшего и зажав одновременно его нос, вдывает воздух ему в легкие. Как только грудная клетка пострадавшего достаточно расширится, вдухание прекращают, и происходит пассивный выдох. Частота вдуханий должна составлять 12 раз в минуту. Аналогично проводится искусственное дыхание «изо рта в нос». Искусственное дыхание следует проводить до восстановления у пострадавшего глубокого и ритмичного дыхания.

В случае отсутствия пульса одновременно с искусственным дыханием выполняется закрытый массаж сердца. Оказывающий помощь, встав сбоку от пострадавшего, толчками, положив руки одна на другую, резко надавливает на нижнюю треть грудной клетки так, чтобы грудина прогибалась на 4–5 см в сторону позвоночника. Частота толчков 60–65 раз в минуту.

Помощь оказывается в такой последовательности: после двух глубоких вдуханий в рот или нос делается 15 надавливаний на грудную клетку, затем опять два вдухания и 15 надавливаний и т. д.

Искусственное дыхание и закрытый массаж сердца выполняют до прибытия медицинской помощи или до полного восстановления дыхания и работы сердца.

3.6. Защита от статического электричества

3.6.1. Электризация веществ. Возникновение статического электричества. Факторы, определяющие интенсивность электризации. *Статическое электричество* – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов изделий или на изолированных проводниках.

Электризация определяется природой вещества. Все вещества можно разделить на *три группы*:

1) *проводники* (удельное электрическое сопротивление $\rho_v < 10^6$ Ом·см). Время релаксации (рассеивания) электрического заряда $t < 10$ сек. Такие вещества электризоваться не способны. Это металлы, сажи, электролиты;

2) *антистатические вещества* ($\rho_v < 10^{10}$ Ом·см). Время релаксации электрического заряда t до 1 сек. Эти вещества электризоваться не способны, но и заряд другого тела через них отведен быть не может. Это бумага, древесина, стекло и др.;

3) *диэлектрики* ($\rho_v > 10^{10}$ Ом·см). Время рассеивания заряда t более 10^6 – 10^8 сек. Это – бензол ($\rho_v = 10^{15}$ Ом·см), керосин ($\rho_v = 10^{15}$ Ом·см), эфир ($\rho_v = 10^{14}$ Ом·см), все виды пластмасс, полиэтилен ($\rho_v = 10^{17}$ Ом·см), янтарь ($\rho_v = 10^{19}$ Ом·см), сапфир ($\rho_v = 10^{19}$ Ом·см), воздух ($\rho_v = 10^{22}$ Ом·см). Эти вещества способны электризоваться.

Процесс электризации относится к поверхностным явлениям. На поверхности раздела двух веществ (сред) возникает *двойной электрический слой*, для твердых тел – за счет контактной разности потенциалов, для жидкостей – за счет взаимного притяжения ионов жидкости и воздуха. Возникающий двойной электрический слой в этом случае называется *адсорбционным двойным электрическим слоем*.

Если на поверхности раздела двух твердых тел присутствует влага, то возникает *электролитический двойной электрический слой*.

Процесс генерации зарядов статического электричества начинается в момент отрыва контактирующих поверхностей одна от другой (рис. 3.13).

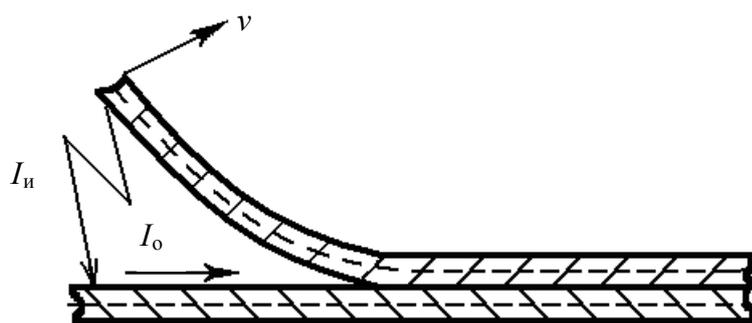


Рис. 3.13. Схема электрических явлений при разделении поверхностей контакта твердых тел:

v – скорость разделения поверхностей; I_o – ток, обусловленный омической проводимостью разделяющихся поверхностей; $I_{и}$ – ток ионизации в зазоре между разделяющимися поверхностями

Будет ли статическое электричество на поверхностях, зависит от того, что будет происходить быстрее, генерация или рассеивание.

Преимущественно рассеивание происходит за счет проводимости материалов, среды, но в реальных условиях рассеивание может происходить и за счет газового разряда.

Интенсивность электризации зависит: от скорости разделения двойного электрического слоя (скорость движения, перемещения), электрического состояния контактирующих поверхностей (соотношения диэлектрических постоянных), процесса зарядки за счет ориентации диполей (чем выше коэффициент трения, тем электризация выше), площади контакта (чем меньше частицы, тем больше их поверхность и выше электризация), влияния внешнего электрического поля (зарядка по индукции).

В производственных условиях накопление зарядов статического электричества происходит в следующих случаях:

- при наливке электризуемых жидкостей (этилового эфира, сероуглерода, бензола, бензина, толуола, этилового и метилового спирта) в незаземленные резервуары, цистерны и другие емкости. Электростатический потенциал достигает 18 000–20 000 В (при свободном падении струи жидкости в наполняемые сосуды и большой скорости истечения жидкости);
- во время протекания жидкостей по трубам, изолированным от земли, или по резиновым шлангам (с увеличением скорости истечения жидкости величина заряда увеличивается);
- при выходе из сопел сжиженных или сжатых газов, особенно если в них содержится тонко распыленная суспензия или пыль;
- во время перевозки жидкостей в незаземленных цистернах и бочках;
- при фильтрации через пористые перегородки или сетки;
- при очистке тканей, загрязненных диэлектрическими жидкостями, и тому подобных процессах;
- при движении пылевоздушной смеси в незаземленных трубах и аппаратах (пневмотранспорте, при размоле, просеивании, аэросушке, процессах в кипящем слое и т. п.);
- в процессах перемешивания веществ в смесителях;
- при механической обработке пластмасс (диэлектриков) на станках и вручную;
- во время трения трансмиссионных ремней (прорезиненных и кожаных диэлектриков) о шкивы. Электростатический потенциал достигает порядка 70 000–80 000 В;

- от трения шлифовальной шкурки (ленточно-шлифовального станка) о шкивы, утюжок и обрабатываемый материал;
- от трения диэлектриков между собой.

Заряды статического электричества могут накапливаться и на людях, особенно при пользовании обувью с не проводящими электрический ток подошвами; одеждой и бельем из шерсти, шелка и искусственных волокон; при передвижении по непроводящему покрытию пола и при выполнении ряда ручных операций с веществами-диэлектриками, например на отделочных работах, резке пенополистирола и др. Исследованиями доказано, что потенциал изолированного от земли человеческого тела может достигать 7000 В и более.

3.6.2. Оценка опасности разрядов статического электричества.

Статическое электричество может нарушать технологические процессы, создавать помехи в работе электронных приборов автоматики и телемеханики, приводить к порче или разрушению материалов, коррозии металлов, ухудшению свойств смазочных масел и т. д.

Физиологическое действие статического электричества зависит от освободившейся при искровом разряде энергии и может ощущаться в виде слабого, умеренного и сильного укола или толчка. Эти уколы и толчки не опасны, так как сила тока разряда статического электричества ничтожно мала. Но такое воздействие может привести к тяжелым несчастным случаям вследствие рефлекторного движения вблизи не огражденных движущихся частей, падения с высоты и др. Длительное действие зарядов статического электричества (например, при ручных операциях) может оказать вредное влияние на здоровье работающих и вызвать ряд заболеваний, особенно нервной системы.

Основная опасность электризации в производственных процессах заключается в возможности воспламенения горючих смесей искровыми разрядами.

Условием воспламенения взрывоопасной смеси искрой разряда статического электричества является превышение энергии, выделяющейся при искровом разряде, минимальной энергии, необходимой для воспламенения смеси.

Воспламеняющая способность искровых разрядов зависит от их энергии W , Дж, которая может быть рассчитана по формуле

$$W = 0,5 \cdot C \cdot U^2, \quad (3.19)$$

где C – электрическая емкость заряженной поверхности, Ф; U – потенциал заряженной поверхности, В.

Искровые разряды с поверхности диэлектрика не представляют большой опасности, так как разряжающаяся емкость мала и энергия разряда мала.

При разряде с поверхности диэлектрика энергию разряда можно определить лишь экспериментально, так как разряжается не вся заряженная поверхность диэлектрика, а лишь небольшой участок малой емкости, для которого напряженность электростатического поля достигла пробивного значения. Для воздуха эта величина составляет около 30 кВ/м.

Наибольшую опасность представляют разряды с проводящих тел, так как их электрическая емкость очень велика.

Минимальная энергия искрового разряда, необходимая для воспламенения паро-, газо- и пылевоздушных смесей приведена в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Минимальная энергия искрового разряда, необходимая для воспламенения паро-, газо- и пылевоздушных смесей

Вещества, входящие в состав смеси	Минимальная энергия воспламенения, мДж
Сероуглерод	0,009
Водород	0,019
Оксид этилена	0,06
Ацетилен	0,19
Бензол	0,2
Ацетон	0,6
Этиловый спирт	0,65
Бутан, этан	0,25
Пропан	0,26
Метан	0,28
Этиловый спирт	0,45
Сероводород	7,0
Оксид углерода	8,0
Древесная мука	20,0
Магний	20,0
Резина	30,0
Уголь	40,0
Алюминий	50,0
Казеин	60,0
Полиэтилен	80,0
Полистирол	120,0

3.6.3. Методы защиты от статического электричества. Методы защиты от статического электричества можно сгруппировать по следующему принципу:

- уменьшение интенсивности генерации зарядов;
- рассеивание зарядов за счет проводимости материала, проводимости окружающей среды;
- создание условий, исключающих электростатический разряд;
- создание условий, исключающих воспламенение.

Уменьшение интенсивности генерации зарядов может быть достигнуто: за счет уменьшения скоростей разделения; за счет применения материалов, дающих электризацию разных знаков; за счет уменьшения поверхностей контакта.

Рассеивание электростатических зарядов путем уменьшения электрического сопротивления материала достигается:

- методом увлажнения, при этом влажность окружающей среды должна быть выше влажности материала, а материал должен адсорбировать влагу;

- антистатической обработкой материалов. Проводимость повышается за счет веществ, дающих носителей электрических зарядов вне зависимости от внешних условий (добавки к топливу, лакам, клеям и т. д.); введением проводящих наполнителей (сажи, металлы). Недостаток этого метода – меняются свойства материалов;

- антистатической обработкой поверхности материалов веществами, которые сами не проводящие, но способствуют сорбции влаги на поверхности.

Для рассеивания электростатических зарядов путем увеличения проводимости окружающей среды применяют нейтрализаторы статического электричества: индукционные; высоковольтные на напряжения 5–10 кВ; радиоизотопные.

Наиболее эффективны α -ионизаторы. Выпускаются серийно, пожаро- и взрывобезопасны.

Создание условий, исключающих электростатические разряды, достигается путем заземления оборудования с целью не допустить накопления зарядов на проводящем объекте. На процесс электризации заземление оборудования повлиять не может.

Создание условий, исключающих воспламенение, достигается путем удаления образующихся взрывоопасных смесей системами вентиляции и аспирации.

Заземление технологического оборудования является наиболее простым и надежным способом защиты от статического электричества. Оборудование считается электростатически заземленным, если сопротивление утечке тока не превышает 10^6 Ом.

Заземляются смесители, красконагнетательные бачки, газо- и воздухопроводы воздушных и газовых компрессоров, пневмосушилки, воздухопроводы пневмотранспорта (особенно синтетических материалов), сливо-наливные устройства, резервуары, емкости и другие аппараты и устройства, в которых возникают опасные потенциалы статического электричества.

Резиновые шланги с металлическими наконечниками, предназначенные для налива в цистерны, бочки, бутылки и т. п., заземляют медным многожильным проводом, обвитым по шлангу снаружи с шагом 10 см или пропущенным изнутри, с припайкой одного конца к металлическим заземленным частям продуктопровода, а другого – к наконечнику шланга. Аналогичное заземление должно быть у шлангов между красконагнетательными бачками и воздухопроводами и между красконагнетательными бачками и пистолетами-распылителями лака, красок.

Налив жидкостей свободно падающей струей не допускается. Наливная трубка удлиняется до дна приемного сосуда с направлением струи вдоль его стенки. Жидкость, как правило, должна подаваться в сосуд ниже уровня содержащегося в ней остатка жидкости. При первоначальном наполнении жидкость подается со скоростью, не превышающей 0,5–0,7 м/с.

При разливе жидкостей диэлектриков в сосуды из токонепроводящих материалов (стеклянные, эмалированные и др.) применяют воронки из электропроводящего материала, которые надежно заземляют.

При шлифовании и полировании лаковых поверхностей антистатический эффект может быть достигнут следующими способами: уменьшением величины и изменением характера трения в результате применения различного рода углеводородов парафинового ряда, жиров и масел; увеличением поверхностей проводимости путем использования в составе пасты различных поверхностно-активных веществ.

Для предотвращения накопления зарядов статического электричества на рабочих, обслуживающих оборудование, которое генерирует

статическое электричество, применяют устройство проводящих полов, антистатическую обувь. Проводимость такой обуви должна быть менее 10^7 Ом-см. Обычно токопроводящая обувь имеет подошвы из кожи, токопроводящей резины или подошвы, прибитые заклепками из не искрящего при трении металла. Полы с удельным электрическим сопротивлением не выше 10^6 Ом-см считаются электропроводящими, к ним относятся бетонные толщиной до 3 см, пенобетонные, резиновые с пониженным сопротивлением и др.

Заземляющие устройства для защиты от статического электричества должны выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ. Сопротивление заземляющего устройства для защиты от статического электричества допускается до 100 Ом в связи с малой величиной разрядного тока (микроамперы). Для дополнительного снижения электрического сопротивления заземляющего устройства разрешается использование заземленных металлоконструкций и различных трубопроводов с невзрывоопасными средами.

Внутрицеховые заземляющие устройства для защиты от статического электричества должны выполняться в виде контура заземления, который прокладывается открыто. Все соединения токоотводов заземляющих устройств осуществляются сваркой.

4. ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Основные сведения о горении веществ и материалов

4.1.1. Горение. Условия и виды горения. *Горение* – это химическая окислительная реакция, которая сопровождается выделением тепла и свечением. Для возникновения и протекания процесса горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. При этом горючее вещество и окислитель должны находиться в определенном соотношении, а источник воспламенения должен иметь определенный запас энергии. *В качестве окислителей* в процессе горения могут выступать кислород, азотная кислота, пероксид натрия, бертолетова соль и др. *В качестве горючего* – многие органические соединения, сера, сероводород, большинство металлов в свободном виде, оксид углерода, водород и т. д. *В качестве источника воспламенения* могут быть пламя, искры, раскаленные предметы и т. д.

Внешнее проявление горения – пламя, которое характеризуется свечением и выделением тепла. При горении пламя может и не возникать, т. е. происходит беспламенное горение или тление.

В зависимости от агрегатного состояния исходных веществ 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. К этому типу относится горение газовых смесей (например, природного газа с кислородом воздуха), горение негазифицирующихся конденсированных веществ (например, термитов – смесей алюминия с оксидами различных металлов), а также изотермическое горение – распространение цепной разветвленной реакции в газовой смеси без значительного разогрева.

При *гетерогенном горении* исходные вещества находятся в разных агрегатных состояниях. Например, горение угля, древесины, металлов, сжигание жидкого топлива в двигателях внутреннего сгорания. Процесс гетерогенного горения обычно очень сложен. Химическое превращение сопровождается дроблением горючего вещества и переходом его в газовую фазу в виде капель и частиц, образованием оксидных пленок на частицах металла, турбулизацией смеси и т. д.

Горение взрывчатых веществ связано с переходом вещества из конденсированного состояния в газ. При этом на поверхности раздела

фаз происходит сложный физико-химический процесс, при котором в результате химической реакции выделяются теплота и горючие газы, догорающие в зоне горения на некотором расстоянии от поверхности. Процесс горения усложняется переходом части конденсированного взрывчатого вещества в газовую фазу в виде небольших частичек или капель.

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 (несколько десятков и сотен метров в секунду и детонационным (тысячи метров в секунду).

При горении химически неоднородных горючих систем, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны и имеют поверхности раздела (например, твердые материалы и жидкости), время диффузии кислорода к горючему веществу намного больше времени, необходимого для протекания химической реакции. В этом случае процесс протекает в диффузионной области, т. е. горение будет **диффузионным**. Такой вид горения представляют собой все пожары.

Если время физической стадии перемешивания горючих веществ с окислителем намного меньше времени протекания самой химической реакции, то такой процесс горения называют **кинетическим**, и он может протекать в виде взрыва.

Для **дефлаграционного горения** характерна передача тепла от слоя к слою, а пламя, возникающее в нагретой и разбавленной активными радикалами и продуктами реакции смеси, перемещается в направлении исходной горючей смеси. Это объясняется тем, что пламя становится источником, который выделяет непрерывный поток тепла и химически активных частиц. В результате этого фронт пламени перемещается в сторону горючей смеси.

Когда скорость распространения пламени составляет десятки и сотни метров в секунду, но не превышает скорости распространения звука в данной среде (344 м/с в атмосфере при нормальных условиях), происходит взрывное горение или взрыв.

Согласно ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования», **взрыв** – быстрое экзотермическое химическое превращение взрывоопасной среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных проводить работу.

Взрыв, как правило, приводит к возникновению интенсивного роста давления. В окружающей среде образуется и распространяется ударная волна.

Ударная волна имеет разрушительную способность, если избыточное давление в ней выше 15 кПа. Она распространяется в газе перед фронтом пламени со звуковой скоростью – 330 м/с. При взрыве исходная энергия превращается в энергию нагретых сжатых газов, которая переходит в энергию движения, сжатия и разогрева среды. Возможны различные виды исходной энергии взрыва – электрическая, тепловая, энергия упругого сжатия, атомная, химическая.

Основными факторами, характеризующими опасность взрыва, являются: максимальное давление и температура взрыва; скорость нарастания давления при взрыве; давление во фронте ударной волны; дробящие и фугасные свойства взрывоопасной среды.

Общее действие взрыва проявляется в разрушении оборудования или помещения, вызываемых ударной волной, а также в выделении вредных веществ (продуктов взрыва или содержащихся в оборудовании).

Максимальное давление взрыва (P_{\max}) – 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 ($dP/d\tau$) – производная давления взрыва по времени на восходящем участке зависимости давления взрыва газо-, паро-, пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде от времени. При этом различают максимальную и среднюю скорости нарастания давления при взрыве. При установлении максимальной скорости используют приращение давления на прямолинейном участке зависимости давления взрыва от времени, а при определении средней скорости – участок между максимальным давлением взрыва и начальным давлением в сосуде до взрыва.

Обе эти характеристики являются важными факторами для обеспечения взрывозащиты. Их используют при установлении категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, при расчетах предохранительных устройств, при разработке мероприятий по пожаро- и взрывобезопасности технологических процессов.

При взрывном горении продукты горения могут нагреваться до 1500–3000°C, а давление в закрытых системах достигать 0,6–0,9 МПа.

В определенных условиях взрывное горение может перейти в детонацию, когда скорость распространения пламени превышает скорость звука и может достигать 5000 м/с.

Детонация – есть 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.

В результате взаимодействия горючего вещества с окислителем образуются продукты сгорания, состав которых зависит от исходных соединений и условий реакции горения.

При полном сгорании органических соединений образуются углекислый газ, диоксид серы, вода, азот, а при сгорании неорганических соединений – оксиды. В зависимости от температуры плавления продукты реакции могут либо находиться в виде расплава, либо подниматься в воздух в виде дыма. Расплавленные твердые частицы создают светимость пламени.

Состав продуктов неполного сгорания более разнообразен. Ими могут быть угарный газ, водород, атомарный кислород, оксиды азота, спирты и др.

Для того, чтобы прервать реакцию горения, необходимо нарушить условия ее возникновения и поддержания. Обычно для тушения используют нарушение двух основных условий устойчивого состояния – понижение температуры и режим движения газов.

Понижение температуры может быть достигнуто путем введения веществ, которые поглощают много тепла в результате испарения и диссоциации (например, вода, порошки).

Режим движения газов может быть изменен путем сокращения и ликвидации притока кислорода.

4.1.2. Пожаровзрывоопасные показатели веществ и материалов.

Большинство промышленных предприятий отличаются повышенной пожарной опасностью, так как их характеризуют сложность производственных процессов и установок, наличие значительного количества огнеопасных жидкостей, горючих газов, твердых сгораемых материалов, большого количества емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, разветвленной сети трубопроводов с запорно-пусковой и регулирующей арматурой, большого количества электроустановок.

При оценке пожарной опасности того или иного технологического процесса необходимо знать, какие огнеопасные вещества или смеси используются, получаются или могут образовываться в процессе производства. Более высокую категорию пожарной опасности имеют

предприятия с наличием веществ, способных образовывать взрывоопасные смеси с воздухом (горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости, пылевидные горючие материалы).

Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов определяют с целью получения исходных данных для разработки систем по обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности.

Согласно ГОСТ 12.1.044–89 ССБТ «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения», 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, давление насыщенных паров которых при температуре 25°C и давлении 101,3 кПа превышает 101,3 кПа;

- **жидкости** – вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25°C и давлении 101,3 кПа меньше 101,3 кПа. К жидкостям относят также твердые плавящиеся вещества, температура плавления или каплепадения которых меньше 50°C;

- **твердые вещества и материалы** – индивидуальные вещества и их смесевые композиции с температурой плавления или каплепадения больше 50°C, а также вещества, не имеющие температуру плавления (например, древесина, ткани и т. п.);

- **пыли** – диспергированные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм.

Номенклатура показателей и их применяемость для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов приведена в табл. 4.1.

Число показателей, необходимых и достаточных для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов в условиях производства, переработки, транспортирования и хранения, определяет разработчик системы обеспечения пожаровзрывобезопасности объекта или разработчик стандарта и технических условий на вещество (материал).

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов – совокупность свойств, характеризующих способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения, в зависимости от его скорости и условий протекания, могут быть пожар (диффузионное горение) или взрыв (дефлаграционное горение предварительно перемешанной смеси горючего с окислителем).

Таблица 4.1

**Номенклатура показателей и их применяемость
для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов**

Показатель	Агрегатное состояние веществ и материалов			
	Газы	Жидкости	Твердое тело	Пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	–	+	–	–
Температура воспламенения	–	+	+	+
Температура самовоспламенения	+	+	+	+
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	+	+	–	+
Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора	+	+	–	+
Максимальное давление взрыва	+	+	–	+
Скорость нарастания давления взрыва	+	+	–	+
Концентрационный предел диффузионного горения газовых смесей в воздухе	+	+	–	–

Примечание. 1. Знак «+» обозначает применяемость, знак «–» – неприменяемость показателя.

2. Кроме указанных в табл. 4.1, допускается использовать другие показатели, более детально характеризующие пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

Группа горючести – классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению. Этот показатель применим для всех агрегатных состояний.

По горючести вещества и материалы подразделяют на три группы:

- **негорючие (несгораемые)** – вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

- **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.

На практике группу горючести используют для подразделения материалов по горючести, при установлении классов взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ, при определении категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности оборудования и помещений.

Температура вспышки – 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.

Вспышка – быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, сопровождающееся кратковременным видимым свечением.

Значение температуры вспышки применяется для характеристики пожарной опасности жидкости, при определении категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности оборудования и помещений.

Температура воспламенения – наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение.

Воспламенение – пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления.

Значение температуры воспламенения применяется при определении группы горючести вещества, оценке пожарной опасности оборудования и технологических процессов, связанных с переработкой горючих веществ, при разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Температура самовоспламенения – наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества.

Самовоспламенение – резкое увеличение скорости экзотермических объемных реакций, сопровождающееся пламенным горением и (или) взрывом.

Значение температуры самовоспламенения применяется при определении группы взрывоопасной смеси для выбора типа взрывозащищенного электрооборудования, при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности технологических процессов.

Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) – тот интервал концентраций, в котором возможно горение смесей горючих паров и газов с окислителем.

Нижний (верхний) концентрационный предел распространения пламени (НКПРП и ВКПРП) – минимальное (максимальное) содержание горючего в смеси горючее вещество – окислительная среда, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания. Внутри этих пределов смесь горюча, а вне их – смесь гореть неспособна.

Значения концентрационных пределов применяются при определении категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, при расчете взрывобезопасных концентраций газов, паров и пылей внутри технологического оборудования и трубопроводов, при проектировании вентиляционных систем, а также при расчете предельно допустимых взрывобезопасных концентраций газов, паров и пылей в воздухе рабочей зоны с потенциальными источниками зажигания, при разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта.

Температурные пределы распространения пламени – такие температуры вещества, при которых его насыщенный пар образует в окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (нижний температурный предел НТПРП) и верхнему (верхний температурный предел ВТПРП) концентрационным пределам распространения пламени.

Значения температурных пределов применяются при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности объекта, при расчете пожаровзрывобезопасных температурных режимов работы технологического оборудования, при оценке аварийных ситуаций, связанных с разливом горючих жидкостей.

Температура тления – температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления, заканчивающихся возникновением тления.

Тление – беспламенное горение твердого вещества (материала) при сравнительно низких температурах (400–600°С), часто сопровождающееся выделением дыма.

Значение температуры тления применяется при экспертизах причин пожаров, выборе взрывозащищенного электрооборудования и разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов, оценке пожарной опасности полимерных материалов и разработке рецептур материалов, не склонных к тлению.

Условия теплового самовозгорания – экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, количеством вещества (материала) и временем до момента его самовозгорания.

Самовозгорание – резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения.

Результаты оценки условий теплового самовозгорания применяются при выборе безопасных условий хранения и переработки самовозгорающихся веществ.

Минимальная энергия зажигания – наименьшая энергия электрического разряда, способная воспламенить наиболее легко воспламеняющуюся смесь горючего вещества с воздухом.

Значение минимальной энергии зажигания применяется при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасных условий переработки горючих веществ и электростатической искробезопасности технологических процессов.

Кислородный индекс – минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно свечеобразное горение материала в условиях специальных испытаний.

Значение кислородного индекса применяется при разработке полимерных композиций пониженной горючести и контроле горючести полимерных материалов, тканей, целлюлозно-бумажных изделий и других материалов.

Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами – это качественный

показатель, характеризующий особую пожарную опасность некоторых веществ. Он применяется при определении категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, при выборе безопасных условий проведения технологических процессов и условий совместного хранения и транспортирования веществ и материалов, при выборе или назначении средств пожаротушения.

Нормальная скорость распространения пламени – скорость перемещения фронта пламени относительно несгоревшего газа в направлении, перпендикулярном к его поверхности.

Значение нормальной скорости распространения пламени применяется в расчетах скорости нарастания давления взрыва газо- и паровоздушных смесей в закрытом, негерметичном оборудовании и помещениях, критического (гасящего) диаметра при разработке и создании огнепреградителей, площади легкобрасываемых конструкций, предохранительных мембран и других разгерметизирующих устройств; при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности технологических процессов.

Скорость выгорания – количество жидкости, сгорающей в единицу времени с единицы площади. Скорость выгорания характеризует интенсивность горения жидкости.

Коэффициент дымообразования – показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или тлении определенного количества твердого вещества (материала) в условиях специальных испытаний.

Значение коэффициента дымообразования применяется для классификации материалов по дымообразующей способности.

Индекс распространения пламени – условный безразмерный показатель, характеризующий способность веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло.

Показатель токсичности продуктов горения – отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50% подопытных животных.

Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора – наименьшая концентрация флегматизатора в смеси с горючим и окислителем, при которой смесь становится неспособной к распространению пламени при любом соотношении горючего и окислителя. Ее значение применяется при разработке мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности технологических процессов методом флегматизации.

Минимальное взрывоопасное содержание кислорода – такая концентрация кислорода в горючей смеси, состоящей из горючего вещества, воздуха и флегматизатора, меньше которой распространение пламени в смеси становится невозможным при любой концентрации горючего в смеси, разбавленной данным флегматизатором.

Концентрационный предел диффузионного горения газовых смесей в воздухе (ПДГ) – предельная концентрация горючего газа в смеси с разбавителем, при которой данная газовая смесь при истечении в атмосферу не способна к диффузионному горению.

4.1.3. Горение жидкостей. Классификация жидкостей в зависимости от температуры вспышки. Предприятия, на которых перерабатываются или используются горючие жидкости, представляют собой большую пожарную опасность. Это объясняется тем, что горючие жидкости легко воспламеняются, интенсивнее горят, образуют взрывоопасные паровоздушные смеси и плохо поддаются тушению водой.

Горение жидкостей происходит только в паровой фазе. Скорость испарения и количество паров жидкости зависят от ее природы и температуры. Количество насыщенных паров над поверхностью жидкости зависит от ее температуры и атмосферного давления. В состоянии насыщения число испаряющихся молекул равно числу конденсирующихся, и концентрация пара остается постоянной. Горение паровоздушных смесей возможно только в определенном диапазоне концентраций, т. е. они характеризуются концентрационными пределами распространения пламени (НКПП и ВКПП).

Процесс воспламенения и горения жидкостей можно представить следующим образом. Для воспламенения необходимо, чтобы жидкость была нагрета до определенной температуры (не меньше НТПП). После воспламенения скорость испарения должна быть достаточной для поддержания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурами вспышки и воспламенения. Температура вспышки соответствует нижнему температурному пределу воспламенения.

В зависимости от численного значения температуры вспышки жидкости подразделяются на *легковоспламеняющиеся* (ЛВЖ) и *горючие* (ГЖ).

К *легковоспламеняющимся жидкостям* 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°C выше температуры вспышки, а для горючих жидкостей эта разница может достигать 30–35°C.

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 бензил, толуол, этиловый спирт, этилацетат и др.

Опасные при повышенной температуре ЛВЖ – это горючие жидкости с температурой вспышки от 23°C 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 путем.

Экспериментально температуру вспышки определяют в приборах закрытого и открытого типа. При этом заданную массу жидкости нагревают с определенной скоростью, периодически зажигая выделяющиеся пары и визуально оценивая результаты зажигания.

Ориентировочно температуру вспышки можно определить по правилу Орманда и Гровена:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{кип}} \cdot m, \quad (4.1)$$

где $T_{\text{кип}}$ – температура кипения, К; m – коэффициент, равный 0,736.

4.1.4. Горение пылей. Взвешенные в воздухе пыли способны образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, а осевшие пыли могут гореть. По пожарной опасности пыли во много раз превосходят материалы, из которых они получены. Это объясняется большей удельной поверхностью пылей по сравнению с начальным материалом.

ГОСТ 12.1.041–83 ССБТ «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей» дает понятие горючей пыли, перечень показателей, характеризующих ее, и методы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности оборудования и технологических процессов при наличии в них горючих пылей.

Горючая пыль – это 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 состава.

По горючести пыли подразделяются на три группы – негорючие, трудногорючие и горючие.

Горючие пыли, находящиеся во взвешенном состоянии в газовой среде, характеризуются следующими показателями пожаровзрывоопасности: нижним концентрационным пределом распространения пламени, минимальной энергией зажигания, максимальным давлением взрыва, скоростью нарастания давления при взрыве, минимальным взрывоопасным содержанием кислорода.

Для пылей, находящихся в осевшем состоянии, ГОСТом определены следующие показатели: температура воспламенения, температура самовоспламенения, температура самонагревания, температура тления, температурные условия теплового самовозгорания, минимальная энергия зажигания, способность гореть и взрываться при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами.

Взрываемость пыли зависит от ее крупности, концентрации в воздушной среде, наличия кислорода в смеси, детонации взрыва и других факторов.

По степени взрываемости пыли делятся на три класса:

I класс – легковоспламеняющиеся пыли, в которых происходит быстрое распространение пламени. Источник тепла для них может быть относительно невелик (пламя зажженной спички);

II класс – легковоспламеняющиеся пыли, распространение пламени в которых требует высокотемпературного источника тепла или длительно действующего источника;

III класс – пыли, пламя которых в производственных условиях не распространяется. Они малоспособны образовывать в воздухе облако или содержат большое количество негорючих веществ. Горючие пыли становятся взрывоопасными, если нижний концентрационный предел их взрываемости не превышает 65 мг/м^3 .

4.1.5. Классификация взрывоопасных смесей. *Взрывоопасной средой* являются смеси веществ (газов, паров и пылей) с окислителями (кислородом, озоном, хлором и др.).

В соответствии с ГОСТ 12.1.011–78 «Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний», взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на категории взрывоопасности в зависимости от величины безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ), через который не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации горючего в воздухе, и значения соотношения между минимальным током воспламенения

испытываемого газа или пара и минимальным током воспламенения метана (МТВ); на группы – в зависимости от температуры самовоспламенения.

Категория взрывоопасной смеси характеризует способность газопаровоздушной смеси передавать взрыв через узкие щели и фланцевые зазоры.

Взрывоопасные смеси подразделяются на категории:

I – метан на подземных горных работах;

II – газы и пары, за исключением метана на подземных горных работах.

В зависимости от значения БЭМЗ газы и пары категории II подразделяются согласно табл. 4.2.

Таблица 4.2

Категории взрывоопасности смесей в зависимости от величины БЭМЗ

Категория взрывоопасности смесей	Величина БЭМЗ, мм
IIА	0,9 и более
IIВ	выше 0,5, но менее 0,9
IIС	0,5 и менее

В зависимости от значения МТВ газы и пары категории II подразделяются согласно табл. 4.3.

Таблица 4.3

Категории взрывоопасности смесей в зависимости от величины МТВ

Категория взрывоопасности смесей	Величина МТВ
IIА	более 0,8
IIВ	от 0,4 до 0,8 включительно
IIС	менее 0,45

Для классификации большинства газов и паров достаточно применение одного из критериев – значения БЭМЗ или МТВ.

Один критерий достаточен в следующих случаях: для категории IIА – БЭМЗ больше 0,9 мм или соотношение МТВ больше 0,9; для категории IIВ – БЭМЗ в пределах от 0,55 до 0,9 мм или соотношение МТВ в пределах от 0,5 до 0,8; для категории IIС – БЭМЗ меньше 0,5 мм или соотношение МТВ меньше 0,45.

Необходимо определять как БЭМЗ, так и соотношение МТВ в следующих случаях: если определено только соотношение МТВ и его значение находится в пределах от 0,45 до 0,5 или от 0,8 до 0,9; если определен только БЭМЗ и его значение находится в пределах от 0,5 до 0,55.

Взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на группы в зависимости от величины температуры самовоспламенения согласно табл. 4.4.

Классификация взрывоопасных смесей предназначена для получения исходных данных, необходимых при выборе взрывозащищенного электрооборудования.

Таблица 4.4

Группы взрывоопасных смесей

Группы 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

4.2. Профилактика пожаров и взрывов

4.2.1. Пожарно-техническая классификация строительных материалов. СНБ 2.02.01–98 «Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов» устанавливают следующие *пожарно-технические показатели пожарной опасности строительных материалов*: горючесть, воспламеняемость, распространение пламени по поверхности, токсичность продуктов горения, дымообразующая способность.

Строительные материалы по горючести подразделяются на негорючие (НГ) и горючие (Г).

Согласно ГОСТ 30244–94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть», строительные материалы относят к негорючим при следующих значениях параметров горючести при испытании по специальной методике: прирост температуры в печи не более 50°С; потеря массы образца не более 50%; продолжительность устойчивого пламенного горения не более 10 с.

Строительные материалы, не удовлетворяющие хотя бы одному из указанных значений параметров, относятся к горючим.

Горючие строительные материалы по горючести подразделяются на четыре группы: Г1 (слабогорючие), Г2 (умеренно горючие), Г3 (нормально горючие), Г4 (сильногорючие).

Группы строительных материалов по горючести определяются в соответствии с ГОСТ 30244–94 (табл. 4.5). Материалы следует

относить к определенной группе горючести при условии соответствия всех значений параметров, установленных табл. 4.5 для этой группы.

Воспламеняемость – способность веществ и материалов к воспламенению. Воспламенение – начало пламенного горения под действием источника зажигания.

Параметрами воспламеняемости материала согласно ГОСТ 30402–96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость» являются критическая поверхностная плотность теплового потока и время воспламенения.

Таблица 4.5

**Классификация горючих строительных материалов по горючести
(по ГОСТ 30244–94)**

Группа горючести материалов	Параметры горючести			
	Температура дымовых газов T , °С	Степень повреждения по длине SL , %	Степень повреждения по массе S_m , %	Продолжительность самостоятельного горения $t_{сг}$, с
Г1	≤ 135	≤ 65	≤ 20	0
Г2	≤ 235	≤ 85	≤ 50	≤ 30
Г3	≤ 450	> 85	≤ 50	≤ 300
Г4	> 450	> 85	> 50	> 300

Примечание. Для материалов групп горючести Г1–Г3 не допускается образование горящих капель расплава при испытании.

Критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТП) – минимальное значение лучистого теплового потока, воздействующего на единицу поверхности образца, при котором возникает устойчивое пламенное горение.

Время воспламенения – время от начала испытания до возникновения устойчивого пламенного горения.

Горючие строительные материалы в зависимости от величины КППТП подразделяют на *три группы воспламеняемости*: В1, В2, В3 (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Классификация горючих строительных материалов по воспламеняемости (по ГОСТ 30402–96)

Группа воспламеняемости материала	КППТП, кВт/м ²
В1 (трудновоспламеняемые)	35 и более
В2 (умеренно воспламеняемые)	от 20 до 35
В3 (легковоспламеняемые)	менее 20

По строительным материалам, относящимся к легковоспламеняемым и горючим жидкостям, дополнительно устанавливаются показатели пожаровзрывоопасности по ГОСТ 12.1.044–89: температура вспышки; температура самовоспламенения; концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения); способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами.

Горючие строительные материалы согласно ГОСТ 30244–97 «Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени» в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяют на *четыре группы распространения пламени*: РП1, РП2, РП3, РП4 (табл. 4.7).

Критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТП) – величина теплового потока, при которой прекращается распространение пламени.

Таблица 4.7

Классификация горючих строительных материалов по распространению пламени по поверхности (по ГОСТ 30402–96)

Группа распространения пламени	КППТП, кВт/м ²
РП1 (не распространяющие)	11,0 и более
РП2 (слабо распространяющие)	от 8,0, но менее 11,0
РП3 (умеренно распространяющие)	от 5,0, но менее 8,0
РП4 (сильно распространяющие)	менее 5,0

Группы строительных материалов по распространению пламени определяются для поверхностных слоев кровли и полов, в том числе ковровых покрытий.

Для других строительных материалов группа распространения пламени по поверхности не определяется и не нормируется.

Группы строительных материалов по токсичности продуктов горения определяются в соответствии с ГОСТ 12.1.044–89 (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Классификация горючих строительных материалов по токсичности продуктов горения (по ГОСТ 12.1.044–89)

Группа по токсичности продуктов горения	Среднесмертельная концентрация продуктов горения LC_{50} , г/м ³ , при времени экспозиции, мин			
	5	15	30	60
Т4 (чрезвычайно опасные)	до 25	до 17	до 13	до 10
Т3 (высокоопасные)	25–70	17–50	13–40	10–30
Т2 (умеренно опасные)	70–210	50–150	40–120	30–90
Т1 (малоопасные)	св. 210	св. 150	св. 120	св. 90

Группы строительных материалов по дымообразующей способности в зависимости от коэффициента дымообразования определяются в соответствии с ГОСТ 12.1.044–89 (табл. 4.9).

Таблица 4.9

Классификация горючих строительных материалов по дымообразующей способности (по ГОСТ 12.1.044-89)

Группа по дымообразующей способности	Коэффициент дымообразования, м ² /кг
Д1 (с малой дымообразующей способностью)	менее 50
Д2 (с умеренной дымообразующей способностью)	50–500
Д3 (с высокой дымообразующей способностью)	более 500

4.2.2. Пожарно-техническая классификация строительных конструкций. Строительные конструкции классифицируются по пределам огнестойкости и классам пожарной опасности.

Огнестойкость – способность зданий, сооружений и строительных конструкций сохранять свои функции при пожаре. Она 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.

Согласно ГОСТ 30247.0–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» различают следующие основные виды предельных состояний строительных конструкций по огнестойкости:

- *потеря несущей способности* вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций (R);
- *потеря целостности* в результате образования в конструкциях сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя (E);
- *потеря теплоизолирующей способности* вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных для данной конструкции значений (I).

Обозначение предела огнестойкости строительной конструкции состоит из условных обозначений, нормируемых для данной конструкции предельных состояний, и цифры, соответствующей времени достижения одного из этих состояний (первого по времени) в минутах. Например: R120 – предел огнестойкости 120 минут по потере несущей способности; RE60 – предел огнестойкости 60 минут по потере

несущей способности и потере целостности независимо от того, какое из двух предельных состояний наступит ранее; REI30 – 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: R120/EI60 – 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.

При различных значениях пределов огнестойкости одной и той же конструкции по разным предельным состояниям обозначение пределов огнестойкости перечисляется по убыванию.

Цифровой показатель в обозначении предела огнестойкости должен соответствовать одному из чисел следующего ряда: 15, 30, 45, 60, 90, 180, 240, 360.

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса: К0 (непожароопасные), К1 (малопожароопасные), К2 (умеренно пожароопасные), К3 (пожароопасные).

Класс пожарной опасности строительных конструкций определяется по ГОСТ 30403–96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности».

Сущность метода заключается в определении показателей пожарной опасности конструкции при ее испытании в условиях теплового воздействия в течение времени, определяемого требованиями к этой конструкции по огнестойкости.

При установлении класса пожарной опасности конструкции учитывается: наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов; наличие пламенного горения газов или расплавов, выделяющихся из конструкции в результате термического разложения составляющих ее материалов; размеры повреждения конструкции и составляющих ее материалов, возникшего при испытании конструкции, вследствие их горения или термического разложения; характеристики пожарной опасности составляющих конструкцию материалов, поврежденных при испытании. В качестве характеристик пожарной опасности материалов принимают горючесть, воспламеняемость и дымообразующую способность.

Конструкции подразделяются на классы по пожарной опасности по наименее благоприятному показателю в соответствии с табл. 4.10.

Таблица 4.10

Классификация строительных конструкций по пожарной опасности (по ГОСТ 30403–96)

Класс пожарной опасности	Допускаемый размер повреждения конструкций, см		Наличие		Допустимые характеристики пожарной опасности поврежденного материала		
	вертикальных	горизонтальных	теплого эффекта	горения	Группа		
					горючести	воспламеняемости	дымообразующей способности
К0	0	0	н.д.	н.д.	–	–	–
К1	до 40	до 25	н.д. н.р.	н.д. н.д.	н.р. Г2	н.р. В2	н.р. Д2
К2	от 40 до 80	от 25 до 50	н.д. н.р.	н.д. н.д.	н.р. Г3	н.р. В3	н.р. Д2
К3	не регламентируется						

Примечание. Условные обозначения: н.д. – не допускается; н.р. – не регламентируется.

Условное обозначение класса пожарной опасности конструкции включает букву «К» и цифры; цифра, заключенная в скобки, обозначает продолжительность теплового воздействия при испытании образца в минутах.

Одна и та же конструкция может принадлежать к различным классам пожарной опасности в зависимости от времени теплового воздействия. Например: К0 (15) – конструкция класса К0 при времени теплового воздействия 15 мин; К1 (30) / К3 (45) – конструкция класса К1 при времени теплового воздействия 30 мин и класса К3 при времени теплового воздействия 45 мин.

4.2.3. Пожарно-техническая классификация зданий. Здания подразделяются по степени огнестойкости и классам функциональной пожарной опасности, а также по категориям взрывопожарной и пожарной опасности.

Степень огнестойкости здания характеризуется пределами огнестойкости и классами пожарной опасности строительных конструкций.

Класс функциональной пожарной опасности здания определяется его назначением и особенностями размещаемых в нем технологических процессов.

Здания по степени огнестойкости подразделяются согласно табл. 4.11.

Таблица 4.11

Классификация зданий по степени огнестойкости (по СНБ 2.02.01–98)

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости и класс пожарной опасности строительных конструкций							
	Несущие элементы здания	Самонесущие стены	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
					настилы, в том числе с утеплителем	фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R120-K0	RE90-K0	E60-K0	REI90-K0	RE30-K0	R30-K0	REI120-K0	R60-K0
II	R120-K0	RE75-K0	E30-K0	REI60-K0	RE30-K0	R30-K0	REI120-K0	R60-K0
III	R90-K0	RE60-K0	E30-K0	REI60-K0	RE30-K0	R30-K0	REI105-K0	R45-K0
IV	R60-K0	RE45-K0	E30-K1	REI45-K0	RE15-K1	R15-K1	REI90-K0	R45-K0
V	R45-K1	RE30-K1	E15-K2	REI45-K1	RE15-K1	R15-K1	REI60-K0	R45-K0
VI	R30-K2	RE15-K2	E15-K2	REI30-K2	RE15-K2	R15-K2	REI45-K0	R30-K1
VII	R15-K3	RE15-K3	E15-K3	REI15-K3	RE10-K3	R10-K3	REI30-K1	R15-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 несущих стен и перегородок (за исключением самонесущих), заполнения проемов в строительных конструкциях (дверей, ворот, окон, люков, а также фонарей, в том числе зенитных и других светопрозрачных участков покрытий) не предъявляются, за исключением специально оговоренных случаев.

3. В зданиях I и II степеней огнестойкости применение в чердачных покрытиях конструкций из материалов группы горючести Г3–Г4 не допускается.

4. Предел огнестойкости самонесущих внутренних стен определяется по трем критическим состояниям – REI.

5. Сокращение «н.н.» означает, что показатель не нормируется.

Нормирование зданий и сооружений по степеням огнестойкости необходимо для обеспечения требований системы противопожарной защиты в части ограничения распространения пожара за пределы очага и обеспечения коллективной защиты людей и материальных ценностей в зданиях и сооружениях.

С этой целью здания и сооружения по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы.

Класс Ф1 – для постоянного проживания и временного (в том числе круглосуточного) пребывания людей (помещения в этих зданиях, как правило, используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений): Ф1.1 – дошкольные учреждения, дома престарелых и инвалидов, больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений; Ф1.2 – гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов; Ф1.3 – многоквартирные жилые дома; Ф1.4 – одноквартирные, в том числе блокированные жилые дома.

Класс Ф2 – зрелищные и культурно-просветительные учреждения (основные помещения в этих зданиях характерны массовым пребыванием посетителей в определенные периоды времени): Ф2.1 – театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях; Ф2.2 – музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях; Ф2.3 – сооружения, указанные в Ф2.1, на открытом воздухе; Ф2.4 – учреждения, указанные в Ф2.2, на открытом воздухе.

Класс Ф3 – предприятия по обслуживанию населения (помещения этих предприятий характерна большая численность посетителей, чем обслуживающего персонала): Ф3.1 – предприятия торговли; Ф3.2 – предприятия общественного питания; Ф3.3 – вокзалы; Ф3.4 – поликлиники и амбулатории; Ф3.5 – помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания (почт, сберегательных касс, транспортных агентств, юридических консультаций, нотариальных контор, прачечных, ателье по пошиву и ремонту обуви и одежды, химической чистки, парикмахерских и других подобных, в том числе ритуальных и культовых учреждений) с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей; Ф3.6 – физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани.

Класс Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определенного возраста и физического состояния): Ф4.1 – школы и внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища; Ф4.2 – высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации; Ф4.3 – учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационные и редакционно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, конторы, офисы; Ф4.4 – пожарные депо.

Класс Ф5 – производственные и складские здания, сооружения и помещения (для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно): 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.

Производственные и складские помещения, в том числе лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4 относятся к классу Ф5.

4.2.4. Классификация помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Определение категорий помещений, пожарных отсеков, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности осуществляется в соответствии с НПБ 5–2005 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» в зависимости от количества и взрывопожароопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещенных в них производств.

Категории помещений, зданий и наружных установок применяются для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности указанных помещений, зданий и наружных установок в отношении планировки застройки, этажности и площадей пожарных отсеков, размещения помещений, обеспечения эвакуации людей, конструктивных решений, инженерного

оборудования. Мероприятия по обеспечению безопасности людей разрабатываются в зависимости от пожаровзрывоопасных свойств и количества веществ и материалов.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г1, Г2, Д, а здания – на категории А, Б, В, Г и Д.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 4.12.

Таблица 4.12

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопасная)	Горючие газы (далее – ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее – ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопасная)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости (далее – ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1–В4 (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 лучистого тепла, 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

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в табл. 4.12, от высшей (А) к низшей (Д).

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 пожароопасной категории помещения В1–В4 осуществляется путем сравнения максимального значения пожарной нагрузки на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в табл. 4.13.

Таблица 4.13

Определение пожароопасной категории помещения В1–В4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж/м ²
В1	Более 2200
В2	1401–2200
В3	200–1400
В4	100–200

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q , МДж, определяется из соотношения

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{H_i}^P, \quad (4.2)$$

где G_i – количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; $Q_{H_i}^P$ – низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Удельная пожарная нагрузка g , МДж/м², определяется по формуле

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (4.3)$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м², определяется как ее линейная проекция на пол в пределах пожарного участка (но не менее 10 м² и не более площади помещения).

При наличии в технологическом оборудовании ГЖ площадь размещения пожарной нагрузки определяется с учетом следующих предпосылок: в процессе аварии все содержимое аппарата поступает

в помещение; под площадью размещения пожарной нагрузки понимается площадь разлива ГЖ, ограниченная бортиками, поддонами, сливными емкостями и др.

После определения категории помещений (участков) можно оценить *категорию всего здания по взрывопожарной и пожарной опасности*.

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия: здание не относится к категории А; суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммарной площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены два условия: здание не относится к категориям А или Б; суммарная площадь помещений категорий А, Б и В1–В3 превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В1–В3 в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия: здание не относится к категориям А, Б или В; суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1–В3 и Г1–Г2 превышает 5% суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1–В3 и Г1–Г2 в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В1–В3 оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

Предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности относятся в основном к категории В. Основанием для отнесения их к этой категории является то, что производственный процесс этих предприятий связан с наличием и обработкой твердых сгораемых материалов при незначительном запылении воздушной среды древесной пылью (менее нижнего предела взрываемости). Например, к *категории В* относятся следующие цехи, отделения, помещения, участки работ.

Лесозаготовительная промышленность: помещения лесопильных рам и шпалорезных станков; участки рубильных машин, дробления древесины и сортировки щепы; тарные цехи; помещения по раскрою сырья, деревообработке и комплектровке; цех технологической щепы; участки подготовки сырья, окорки, дробления и сортировки щепы.

Лесопильная промышленность: лесопильные цехи; стационарные транспортные устройства для пиловочного сырья и пиломатериалов; окорочные цеха; помещения основного производства 1 и 2-го этажей; участок окорки; бункеры для щепы, опилок и кусковых отходов лесопиления и деревообработки; сушильно-деревообрабатывающий цех; сушильное отделение, раскромочно-строгальное отделение.

Производство древесностружечных плит: цех подготовки сырья; цех приготовления стружки; сушильное отделение; формовочное прессовое отделение; отделение поточной линии обрезки, шлифовки и сортировки плит.

Производство мебели: отделение раскроя и стяжки строганного шпона; отделение раскроя древесностружечных плит; отделение облицовывания щитовых деталей; отделение машинной обработки мебельных деталей; участок шлифования мебельных деталей, размещенный в общем помещении машинной обработки; сборочный цех.

К категории А относят:

– производство мебели: отделение лакирования и сушки; лакозаготовительное отделение; лаборатория с отделочными материалами; отделение крашения, грунтования при размещении в отдельном помещении; отделение выдержки стульев после отделки, склад хранения лакокрасочных материалов;

– производство кузовов: отделение изготовления армодосок; отделка древесностружечных плит методом ламинирования; отделение пропитки бумаги смолами; печатания текстуры; приготовления печатных красок;

- производство фанеры: склад спирторастворимых фенолформальдегидных смол;
- производство древесно-слоистых пластиков: цехи приготовления смолы, пропитки и сушки шпона;
- производство древесноволокнистых плит (ДВП): цех отделки ДВП лакокрасочными материалами и сушка их; лакокраскоприготовительное отделение; склад хранения лакокрасочных материалов.

4.2.5. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон производственных помещений. На взрывоопасных и пожароопасных производствах электроустановки могут служить источниками воспламенения. Например, неправильная эксплуатация или неисправность электрооборудования может привести к его перегреву или появлению искр, которые могут вызвать пожар или взрыв.

В связи с этим Правила устройства электроустановок (ПУЭ) предусматривают *классификацию производственных помещений и наружных установок по взрывоопасным и пожароопасным зонам.*

При этом класс взрывоопасных и пожароопасных зон, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяют технологи совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации, исходя из характеристики взрывоопасности и пожароопасности окружающей среды.

Взрывоопасная зона – помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

Взрывоопасная смесь – смесь с воздухом горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пыли или волокон с нижним концентрационным пределом воспламенения не более 65 г/м^3 при переходе их во взвешенное состояние, которая при определенной концентрации способна взорваться при возникновении источника инициирования взрыва.

ПУЭ устанавливает: если объем взрывоопасной смеси составляет более 5% свободного объема помещения, то все помещение относится к соответствующему классу взрывоопасности.

Если объем взрывоопасной смеси равен или менее 5% свободного объема помещения, то взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, у которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ. Помещения за пределами взрывоопасной зоны считают невзрывоопасными, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Согласно ПУЭ, по содержанию горючих газов и паров легковоспламеняющихся жидкостей предусмотрено *три класса взрывоопасных зон помещений* (В-I, В-Ia, В-Iб); для наружных установок – один класс (В-Iг); по содержанию взрывоопасных пылей – два класса (В-II и В-IIa). Наиболее опасными являются зоны классов В-I и В-II.

Зоны класса В-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.

Зоны класса В-Ia – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В-Iб – те же зоны, что и в классе В-Ia, но отличающиеся одной из следующих особенностей:

1) горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005–88 (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок);

2) помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и статорных аккумуляторных батарей).

Пункт 2 не распространяется на электромашинные помещения с турбогенераторами с водородным охлаждением при условии обеспечения электромашинного помещения вытяжной вентиляцией с естественным побуждением; эти электромашинные помещения имеют нормальную среду.

К классу В-Iб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме,

превышающем 5% свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

Зоны класса В-Iг – пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.

К зонам класса В-Iг также относятся: пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа и В-II (исключение – проемы окон с заполнением стеклблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

Зоны класса В-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

Зоны класса В-IIа – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, свойственные зонам класса В-II не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности относятся к классу В-Iа. Основанием отнесения к классу взрывоопасности В-Iа является возможное образование взрывоопасной смеси паров применяемых легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом в результате аварий или неисправностей. К классу В-Iа относятся следующие производства:

– производство мебели: отделение лакирования и сушки, лакозаготовительное отделение; отделение выдержки стульев после отделки; производство кузовов; отделение изготовления армодосок, производство

древесностружечных плит, отделка их методом ламинирования; отделение варки меламиновой смолы; отделение пропитки бумаги смолами; печатания текстуры, приготовления печатных красок;

– производство фанеры: склад спирторастворимых фенолформальдегидных смол;

– производство древеснослоистых пластиков: цех приготовления смолы, цех пропитки шпона; сушка шпона;

– производство древесноволокнистых плит (ДВП): цехи отделки ДВП лакокрасочными материалами и сушка их, лакокраскоприготовительное отделение; склад хранения лакокрасочных материалов.

К классу В-I деревообрабатывающих производств относятся лакокраскозаготовительное, клееприготовительное отделение и отделение приготовления печатных красок.

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

ПУЭ подразделяет пожароопасные зоны на следующие классы:

• *зоны класса П-I* – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C;

• *зоны класса П-II* – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объему воздуха;

• *зоны класса П-IIa* – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества;

• *зоны класса П-III* – расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твердые горючие вещества.

Предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности относятся в основном к классам П-II и П-IIa. Основанием является концентрация запыления воздушной среды древесными отходами. Древесная пыль по количеству содержания ее в воздухе не создает взрывоопасной концентрации, но не исключает возможности загорания и возникновения пожара.

Например, к классу П-II относятся:

– лесозаготовительная промышленность: помещения лесопильных рам и шпалорезных станков; помещения транспортеров по удалению отходов; участки рубильных машин, дробления древесины и сортировки

щепы; тарные цехи; помещения по раскрою сырья, деревообработке и комплектовке; цех технологической щепы; участки подготовки сырья; участки окорки, дробления и сортировки щепы;

– лесопильная промышленность: лесопильные цехи, помещения основного производства 1 и 2-го этажей (кроме окорки); галерея для транспортировки опилок, щепы и кусковых отходов лесопиления и деревообработки; бункеры для щепы, опилок и кусковых отходов лесопиления и деревообработки; сушильно-деревообрабатывающий цех; сушильное отделение; раскройно-строгальное отделение;

– производство древесностружечных плит: цех подготовки сырья; цех приготовления стружки; сушильное отделение; формовочно-прессовое отделение; отделение поточной линии обрезки, шлифовки и сортировки плит;

– производство мебели: отделение раскроя и стяжки строганого шпона; отделение раскроя древесностружечных плит; отделение облицовывания щитовых деталей; отделение машинной обработки мебельных деталей; участок шлифования мебельных деталей, размещенный в общем помещении машинной обработки; сборочный цех.

4.2.6. Взрывозащищенное электрооборудование и его подбор.

Во взрывоопасных зонах помещений разрешается устанавливать только взрывозащищенное электрооборудование.

В пожароопасных зонах используется электрооборудование закрытого типа, внутренняя полость которого отделена от внешней среды оболочкой.

Взрывозащищенное электрооборудование согласно ГОСТ 30852.0–2002 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования» подразделяется по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Установлены следующие уровни взрывозащиты электрооборудования.

Уровень «Электрооборудование повышенной надежности против взрыва» – взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме работы. Знак уровня – 2.

Уровень «Взрывобезопасное электрооборудование» – взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств взрывозащиты. Знак уровня – 1.

Уровень «Особовзрывобезопасное электрооборудование» – взрывозащищенное электрооборудование, в котором по отношению к взрывобезопасному электрооборудованию приняты дополнительные средства взрывозащиты, предусмотренные стандартами на виды взрывозащиты. Знак уровня – 0.

Взрывозащищенное электрооборудование может иметь следующие виды взрывозащиты:

d – взрывонепроницаемая оболочка, которая выдерживает давление взрыва внутри нее и предотвращает распространение взрыва в окружающую взрывоопасную среду через зазоры или отверстия;

p – заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом;

i – искробезопасная электрическая цепь, в которой электрический разряд или нагрев цепи не могут воспламенить окружающую среду;

q – кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями;

o – масляное или негорючей жидкостью заполнение оболочки;

e – защита, которая заключается в том, что в электрооборудовании, не имеющем нормально искрящих частей, дополнительно приняты меры, используемые в электрооборудовании общего назначения, которые затрудняют появление опасных нагревов, искр, дуг;

s – специальный вид взрывозащиты, который отличается от вышеприведенных. Например, токоведущие части залиты эпоксидными смолами и заключены в оболочку под давлением воздуха.

Виды взрывозащиты, обеспечивающие различные уровни взрывозащиты, различаются средствами и мерами обеспечения взрывобезопасности, указанными в стандартах на соответствующие виды взрывозащиты.

Взрывозащищенное электрооборудование в зависимости от области применения подразделяется на две группы (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Группы взрывозащищенного электрооборудования по области его применения

Электрооборудование	Знак группы
Рудничное, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников	I
Для внутренней и наружной установки (кроме рудничного)	II

Электрооборудование группы II, имеющее виды взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка» и (или) «Искробезопасная электрическая цепь», подразделяется на три подгруппы, соответствующие категориям взрывоопасных смесей согласно табл. 4.15.

Таблица 4.15

**Подгруппы электрооборудования группы II
с видами взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка»
и (или) «Искробезопасная электрическая цепь»**

Знак подгруппы электрооборудования	Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
IIA	IIA
IIB	IIA и IIB
IIC	IIA, IIB и IIC

Электрооборудование группы II в зависимости от значения предельной температуры подразделяется на шесть температурных классов, соответствующих группам взрывоопасных смесей (табл. 4.16).

Таблица 4.16

Температурные классы электрооборудования группы II

Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура, °С	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
T1	450	T1
T2	300	T1, T2
T3	200	T1–T3
T4	135	T1–T4
T5	100	T1–T5
T6	85	T1–T6

Предельная температура – наибольшая температура поверхностей взрывозащищенного электрооборудования, безопасная в отношении воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

В маркировку по взрывозащите электрооборудования в указанной ниже последовательности входят:

- знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);
- знак Ex, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование;
- знак вида взрывозащиты (d, i, q, o, s, e, p);
- знак группы или подгруппы электрооборудования (II, IIA, IIB, IIC);
- знак температурного класса электрооборудования (T1–T6).

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования выполняется в прямоугольнике в виде цельного знака. Например, **2ExeIIBT3**.

В маркировке по взрывозащите могут иметь место дополнительные знаки и надписи в соответствии со стандартами на электрооборудование с отдельными видами взрывозащиты.

При выборе электрооборудования для взрывоопасных зон необходимо: установить класс взрывоопасной зоны; определить категорию и группу взрывоопасной смеси; подобрать требуемое исполнение электрооборудования.

Электрооборудование, особенно с частями, искрящими при нормальной работе, рекомендуется выносить за пределы взрывоопасных зон, если это не вызывает особых затруднений при эксплуатации и не сопряжено с неоправданными затратами. В случае установки электрооборудования в пределах взрывоопасной зоны оно должно удовлетворять требованиям по взрывозащите.

Применение во взрывоопасных зонах переносных электроприемников (машин, аппаратов, светильников и т. п.) следует ограничивать случаями, когда их применение необходимо для нормальной эксплуатации.

Взрывозащищенное электрооборудование, используемое в химически активных, влажных или пыльных средах, должно быть также защищено соответственно от воздействия химически активной среды, сырости и пыли.

Взрывозащищенное электрооборудование, используемое в наружных установках, должно быть пригодно также и для работы на открытом воздухе или иметь устройство для защиты от атмосферных воздействий (дождя, снега, солнечного излучения и т. п.).

Во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIa рекомендуется применять электрооборудование, предназначенное для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом.

При отсутствии такого электрооборудования допускается во взрывоопасных зонах класса В-II применять взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для работы в средах со взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом, а в зонах класса В-IIa – электрооборудование общего назначения (без взрывозащиты), но имеющее соответствующую защиту оболочки от проникновения пыли.

Применение взрывозащищенного электрооборудования, предназначенного для работы в средах взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, и электрооборудования общего назначения с соответствующей степенью защиты оболочки допускается при условии, если температура поверхности электрооборудования, на которую могут осесть горючие пыли или волокна (при работе электрооборудования с номинальной нагрузкой и без наслоения пыли), будет не менее чем на 50°С

ниже температуры тления пыли для тлеющих пылей или не более двух третей температуры самовоспламенения для нетлеющих пылей.

Выбор электрооборудования для работы во взрывоопасных зонах производится по табл. 4.17–4.18. При необходимости допускается обоснованная замена электрооборудования, указанного в таблицах, электрооборудованием с более высоким уровнем взрывозащиты и более высокой степенью защиты оболочки. Например, вместо электрооборудования уровня «Повышенная надежность против взрыва» может быть установлено электрооборудование уровня «Взрывобезопасное» или «Особовзрывобезопасное».

Таблица 4.17

Допустимый уровень взрывозащиты электрических машин (стационарных и передвижных) в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты
В-I	Взрывобезопасное
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Искрящие части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку
В-II	Взрывобезопасное
В-IIa	Без средств взрывозащиты. Искрящие части машины (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку

Таблица 4.18

Допустимый уровень взрывозащиты стационарных электрических светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты
В-I	Взрывобезопасное
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты
В-II	Взрывобезопасное
В-IIa	Без средств взрывозащиты

В зонах, взрывоопасность которых определяется горючими жидкостями, имеющими температуру вспышки выше 61°C, может применяться любое взрывозащитное электрооборудование для любых категорий и группы с температурой нагрева поверхности, не превышающей температуру самовоспламенения данного вещества.

4.3. Организация пожарной безопасности на предприятиях лесного комплекса

Согласно СТБ 11.0.02–95 «Пожарная безопасность. Общие термины и определения», *пожарная безопасность* – это состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, а также обеспечивается защита людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов. Опасными факторами пожара являются факторы, воздействие которых приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному или экологическому ущербу.

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, приводящее к ущербу.

Пожарная безопасность должна обеспечиваться системой предотвращения пожара и противопожарной защитой. *Система предотвращения пожара* – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение пожара. *Противопожарная защита* – комплекс организационных мероприятий, технических средств и сил, направленных на предотвращение возникновения, развития и обеспечение тушения пожара, а также на защиту людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов.

Основным документом, регулирующим деятельность по обеспечению пожарной безопасности, является Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности», введенный в действие постановлением Верховного Совета Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХП с изменениями и дополнениями от 3 мая 1996 г. № 440-ХП и 13 ноября 1997 г. № 87-З. Он определяет правовую основу и принципы организации системы пожарной безопасности и государственного пожарного надзора, действующих в целях защиты от пожаров жизни и здоровья людей, национального достояния, всех видов собственности и экономики Республики Беларусь.

Кроме Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» предприятия лесного комплекса в своей деятельности руководствуются ППБ РБ 1.01–94 «Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий», утвержденными приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору № 29 от 30 декабря 1994 г., и ППБ 2.07–2000 «Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов лесозаготовительного, деревообрабатывающего, целлюлозно-бумажного и лесохимического производств», утвержденными постановлением

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь № 18 от 16 августа 2000 г.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности персонально несут руководители предприятий и соответствующих министерств, концернов, корпораций или других образований, в которые они объединены.

На каждом предприятии должен быть разработан полный комплект проектной и технической документации (проектно-сметная документация; технологические регламенты (карты); паспорта или иная эксплуатационная документация на технологическое, транспортное и иное оборудование и другая документация). Изменения, связанные с техническим переоснащением, реконструкцией и другими работами, должны быть отражены в соответствующей документации.

Техническое переоснащение, реконструкция и увеличение мощностей предприятия должны сопровождаться анализом ожидаемого изменения уровня его пожарной опасности, разработкой и внедрением мер, направленных на обеспечение требуемой противопожарной защиты, и согласовываться с органами государственного пожарного надзора.

На каждом предприятии должны быть составлены: паспорт пожарной безопасности; годовые и перспективные планы повышения уровня противопожарной защиты предприятия.

Руководители предприятий обязаны:

- разработать комплекс мероприятий, направленный на повышение уровня пожарной безопасности предприятия;
- приказом по предприятию назначить лиц, ответственных за пожарную безопасность отдельных производственных, складских зданий, сооружений, помещений, территории предприятия и технологического оборудования;
- обеспечить работу по противопожарной защите предприятий, соблюдению в производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях противопожарного режима (оборудование мест для курения, определение мест и допустимого количества единовременного хранения автотранспортных средств, определение порядка проведения огневых работ, осмотра и закрытия помещений после окончания работы, пользования электронагревательными приборами и другие мероприятия) и постоянно лично контролировать соблюдение требований пожарной безопасности;
- организовать работу пожарно-технических комиссий (ПТК) и добровольных пожарных дружин (ДПД);

- организовать систему обучения требованиям пожарной безопасности рабочих и служащих, а также проводить противопожарный инструктаж лиц, временно допускаемых на территорию предприятия;
- обеспечить выполнение требований органов государственного пожарного надзора, направленных на повышение уровня пожарной безопасности предприятия;
- предусматривать выделение необходимых средств на выполнение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;
- организовать разработку и ведение паспорта пожарной безопасности на предприятии;
- не допускать на территории предприятий, в зданиях, сооружениях проведения сторонними организациями работ без предварительного изучения их пожарной опасности и принятия необходимых мер, обеспечивающих пожарную безопасность при производстве данных работ;
- периодически проверять уровень противопожарной защиты предприятия, наличие и исправность технических средств противопожарной защиты, боеспособность ДПД и принимать необходимые меры к улучшению их работы. Периодичность таких проверок определяется приказом по предприятию;
- привлекать к ответственности лиц, виновных в нарушении противопожарных требований;
- своим приказом установить: порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму (перечень цехов или профессий, работники которых должны проходить обучение по программе пожарно-технического минимума; перечень должностных лиц, на которых возлагается проведение противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму; место проведения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму; порядок учета лиц, прошедших противопожарный инструктаж и обученных по программе пожарно-технического минимума);
- принимать меры по внедрению новых, современных технических средств и методов противопожарной защиты предприятий (системы раннего обнаружения и тушения пожара, промышленное телевидение, противопожарное водоснабжение и другие технические средства).

Ответственность за пожаробезопасное состояние, контроль за эксплуатацией, своевременным и качественным ремонтом, постоянной исправностью систем отопления, вентиляции, пневмотранспорта,

технических средств противопожарной защиты и связи, молниезащитных и заземляющих устройств, защиты электродвигателей от коротких замыканий и перегрузок несет главный энергетик (главный механик) предприятия. По цехам, складам, лабораториям и отдельным объектам предприятия ответственность возлагается на руководителей данных объектов.

Главный энергетик (главный механик) предприятия обязан:

- обеспечить организацию и своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительных ремонтов электрооборудования, аппаратов защиты, электросетей, молниезащитных устройств, а также своевременное устранение нарушений Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, других нормативных документов;

- следить за правильностью выбора сечения жил и марок проводов, кабелей; типов электропроводов, двигателей, светильников и другого электрооборудования в зависимости от класса зон по ПУЭ, категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 5–2005 и условий окружающей среды;

- систематически контролировать состояние и селективность аппаратов защиты от коротких замыканий, перегрузок, внутренних и атмосферных перенапряжений, а также других ненормальных режимов работы;

- следить за исправностью технических средств противопожарной защиты в электроустановках и кабельных помещениях;

- организовать систему обучения и инструктажа дежурного персонала по вопросам пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок;

- участвовать в расследовании случаев пожаров от электроустановок, разрабатывать и осуществлять меры по их предупреждению.

Руководители инженерных служб предприятий обязаны:

- организовывать контроль за состоянием технологического и транспортного оборудования, технических средств противопожарной защиты, обеспечением пожарной безопасности при проведении огневых работ и принимать меры по устранению недостатков;

- оказывать помощь инженерно-техническим работникам цехов, служб и отделов по вопросам пожарной безопасности.

Руководители инженерных служб предприятий несут ответственность за: инженерно-техническую работу по обеспечению пожарной

безопасности; ведение паспорта пожарной безопасности и разработку мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности предприятия; выполнение требований пожарной безопасности при проведении реконструкции, технического переоснащения и других видов работ, связанных с установкой дополнительного оборудования.

Ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности в каждой смене несет начальник смены (сменный инженер, сменный мастер), а по каждому рабочему месту – работник, обслуживающий участок, станок, группу станков, агрегат, систему, установку.

Ответственность за организацию выполнения противопожарных мероприятий, обеспечение установленного противопожарного режима на участках и территории лесосеки возлагается на мастера участка или лицо, его замещающее.

Ответственность за контроль качества принимаемых ЛВЖ, ГЖ, токсичных и взрывоопасных материалов, используемых в технологических процессах, несут заведующие складами и начальники производственных (технологических) лабораторий.

Дежурный персонал, осуществляющий надзор за вентиляционными, аспирационными и пневмотранспортными установками, обязан проводить плановые профилактические осмотры вентиляторов, фильтров воздухопроводов, камер орошения, огнезадерживающих и заземляющих устройств и принимать меры к устранению неисправностей или нарушений режима их работы, которые могут послужить причиной возникновения или распространения пожара.

Дежурный электрик обязан производить плановые профилактические осмотры электрооборудования, проверять наличие и исправность аппаратов защиты и принимать немедленные меры к устранению нарушений, которые могут привести к пожару. Результаты осмотров электроустановок, обнаруженные неисправности и принятые меры должны фиксироваться в оперативном журнале.

Сотрудники производственных (технологических) лабораторий обязаны: знать пожарную опасность применяемых веществ и материалов, соблюдать меры пожарной безопасности при работе с ними и инструктировать об этом работников предприятия; при получении веществ и материалов с неизвестными пожаровзрывоопасными свойствами информировать руководство предприятия для принятия мер к определению показателей их пожарной и взрывопожарной опасности, проведению инструктажа ИТР, рабочих и служащих, связанных с применением этих материалов, о мерах пожарной безопасности, внесению соответствующих изменений в общеобъектовую и цеховые инструкции.

Работники, обслуживающие технологическое оборудование, участки, обязаны:

- знать и соблюдать инструкции предприятий-изготовителей по правилам эксплуатации технологических установок и оборудования;
- знать свои обязанности на случай возникновения пожара, аварии;
- уметь пользоваться техническими средствами противопожарной защиты;
- контролировать состояние и не допускать работы на неисправном оборудовании, своевременно выявлять дефекты в работе механизмов и немедленно устранять неисправности, вызывающие пожарную опасность;
- контролировать работу аспирационных, вентиляционных и пневмотранспортных систем;
- сообщать оператору или руководителю смены о необходимости остановки оборудования, а в аварийных случаях производить его остановку согласно соответствующей инструкции;
- проводить регулярную очистку оборудования и уборку рабочего места в соответствии с установленным графиком уборки;
- строго выполнять графики планово-предупредительного ремонта оборудования;
- проверять исправность и наличие смазки в масленках вращающихся и трущихся частей трансмиссионного оборудования;
- перед пуском аспирируемого оборудования предварительно включить вытяжные вентиляторы и вентиляционные установки;
- следить за тем, чтобы не пробуксовывали приводные ремни.

4.4. Требования к технологическим процессам и оборудованию

В помещениях цехов и участков хранение и складирование горючих веществ, материалов и готовой продукции не допускается. В таких помещениях на специально выделенных местах могут временно находиться подлежащие обработке или применению горючие материалы исходя из длительности цикла отдельной стадии производственного процесса.

В помещениях отделочных (окрасочных) цехов не допускается хранение тары из-под лакокрасочных материалов и растворителей, а также транспортирование транзитом материалов любого назначения.

В каждом производственном помещении должна быть вывешена информация о допуске к размещению или хранению (для складов и кладовых) количестве горючих материалов и веществ.

Площадки для межоперационного складирования горючих материалов в цехах следует обозначать четкими габаритными линиями. Их размещение должно предусматриваться с учетом обеспечения необходимых проходов, эвакуационных выходов и свободных доступов к средствам пожаротушения.

Пролитые ЛВЖ и ГЖ необходимо засыпать песком или соответствующим адсорбентом и удалять из помещений в специально отведенные места.

Убирать пыль в производственных помещениях со строительных конструкций, оборудования, инженерных коммуникаций и светильников следует с помощью промышленных пылесосов во взрывобезопасном исполнении или специальной системой пневмоуборки, а при отсутствии – влажным способом, не допускающим пыления. Использовать для уборки сжатый воздух не допускается.

Периодичность очистки от пыли высоко расположенных строительных конструкций, инженерных коммуникаций и светильников в помещениях, где производятся шлифование древесины, древесных плит, фанеры, шлифование и полирование лакокрасочных покрытий, раскрой и калибрование плитных материалов, выработка древесной муки и другие технологические процессы, связанные с выделением горючей пыли, должна определяться в зависимости от времени накопления пыли в опасном количестве и согласно цеховой инструкции о мерах пожарной безопасности.

После выполнения работ лица, производящие очистку оборудования, вентиляционных и аспирационных установок, строительных и инженерных коммуникаций в помещениях категорий А и Б, должны делать запись в соответствующих журналах их эксплуатации.

Перед ремонтными работами должны производиться уборка помещений и очистка наружных и внутренних поверхностей ремонтируемого оборудования от горючих отложений.

Размещение штабелей заготовленной древесины должно осуществляться по утвержденному руководителем предприятия плану.

На плане должны быть указаны предельные объемы хранения лесоматериалов, противопожарные расстояния и проезды между штабелями, а также между штабелями и соседними зданиями и сооружениями.

Количество древесного сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и сгораемых отходов в местах их переработки, хранения и отгрузки

не должно превышать объемов, установленных проектом и технологическими регламентами (картами).

На территории нижних складов допускается хранение древесных отходов в специально оборудованных местах на расстоянии не менее 30 м от зданий, сооружений и границ складов лесоматериалов в количестве, не превышающем трехсуточное поступление этих отходов из цехов и с технологических площадок. Складирование опилок и рубленых отходов следует производить отдельно.

Для удаления отходов деревообрабатывающие станки должны быть оборудованы исправными местными отсосами. Работа станков при выключенных системах вентиляции и пневмотранспорта не допускается.

В деревообрабатывающих цехах не допускается хранить лесоматериалы в количестве, превышающем сменную потребность.

Готовая продукция должна вывозиться из цеха на склад или другое отведенное для этой цели место вне мастерской. Лесоматериалы, полуфабрикаты и изделия должны находиться только на отведенных для этого местах, не загромождая проходов и подступов к средствам пожаротушения.

Устройства, обеспечивающие сброс пожаровзрывоопасных пылегазовых смесей или газов через предохранительные клапаны или мембраны и продувочные линии ручного стравливания, должны предотвращать поступление в объем производственного помещения данных сред.

В сушилках измельченной древесины и древесных материалов, в пневмотранспортных и аспирационных системах, в бункерах, в камерах термической обработки плит должны исключаться застойные зоны, ведущие к отложению пыли.

Пресс для горячего прессования, загрузочную и разгрузочные этажерки, приямок прессы необходимо очищать от древесной пыли, смоляных и клеевых выделений не реже одного раза в смену. Приямки прессы необходимо оборудовать устройствами, позволяющими механизировать его очистку. Зонт над прессом и этажерками, выхлопные трубы от него необходимо очищать не реже одного раза в месяц.

Системы транспортирования стружки и пыли должны исключать просыпание материалов на сушилки, газоходы, другое оборудование и конструкции.

Не реже одного раза в неделю камеры термической обработки плит и вагонетки необходимо очищать от отходов плит, пыли, летучих смоляных выделений и продуктов пиролиза древесины, чистку

воздуховодов и зонтов вытяжной вентиляции следует производить по мере их загрязнения, но не реже одного раза в месяц. После ликвидации загорания обязательно осмотреть и очистить воздуховоды и зонт.

Сушилки для мягких древесноволокнистых плит необходимо очищать от отходов не реже одного раза в сутки.

4.5. Обеспечение безопасности при проведении огневых работ

К огневым работам относятся работы с применением открытого огня, искрообразованием (электросварка, газосварка, бензорезка, работы с использованием паяльных ламп, варка битума и другие работы с выделением искр).

Места проведения огневых работ могут быть: *постоянными*, организуемыми в специально оборудованных для этих целей цехах, мастерских или на открытых площадках; *временными*, когда огневые работы проводятся непосредственно в строящихся или в эксплуатирующихся зданиях и других сооружениях на территории предприятий в целях ремонта оборудования или монтажа строительных конструкций.

Наибольшую опасность представляют огневые работы, проводимые на временных местах, на которые распространяются ППБ РБ 1.03–92 «Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь», утвержденные приказами Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 31 июля 1992 г. и 13 апреля 1993 г.

Правила предусматривают основные требования по организации безопасного проведения огневых работ на предприятиях Республики Беларусь вне зависимости от вида подчиненности и форм собственности. На основании данных Правил на предприятиях могут разрабатываться, с учетом специфики производств и местных условий, собственные инструкции, которые не должны противоречить Правилам и снижать их требования.

Правилами установлено, что организация работы по обеспечению безопасности при проведении огневых работ на предприятии возлагается на его руководителя.

Ответственность за правильность и полноту подготовительных мероприятий, обеспечение мер безопасности при проведении огневых работ, квалификацию персонала, занятого на этих работах, несет начальник подразделения, выдающий наряд-допуск на проведение огневых

работ, в ведении которого находится оборудование, механизмы, здания, сооружения. Перечень должностей, имеющих право выдачи наряда-допуска, утверждается руководителем предприятия.

При организации огневых работ начальником подразделения из числа специалистов предприятия, прошедших проверку знаний в установленном порядке, назначаются лица, ответственные за подготовку и проведение огневых работ.

Контроль за соблюдением мер безопасности при проведении огневых работ возлагается на объектовую пожарную охрану (ДПД) и службу охраны труда.

Исполнителями огневых работ могут быть лица, прошедшие соответствующую подготовку, проверку знаний, получившие удостоверение, талон о прохождении пожарно-технического минимума и ежегодно подтверждающие свои знания.

Огневые работы разрешается проводить при наличии оформленного наряда-допуска соответствующей формы, выданного начальником подразделения или лицом, его замещающим. На проведение огневых работ в производственных помещениях категории Д, на стройках, где отсутствуют горючие вещества и материалы, наряд-допуск может не оформляться. Работы по ликвидации аварий также могут проводиться без оформления наряда-допуска, но только до устранения прямой угрозы травмирования людей. Дальнейшие работы по ликвидации аварий и локализации их последствий проводятся после оформления наряда-допуска.

Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах на конкретное место проведения огневых работ, на одну рабочую смену. Первый экземпляр оформленного наряда-допуска передается исполнителям работ, второй – старшему по смене или руководителю подразделения, где будут проводиться огневые работы.

О времени, месте проведения огневых работ не менее чем за два часа должны быть уведомлены объектовая пожарная охрана (ДПД), служба охраны труда. В пожарной охране и службе охраны труда должны вестись журналы регистрации огневых работ установленной формы.

Лица, ответственные за подготовку и проведение огневых работ, назначаются из числа специалистов, не занятых ведением процесса. Данные о них заносятся в определенные пункты наряда-допуска.

Подготовка оборудования и места к проведению огневых работ во взрывоопасных, взрывопожароопасных помещениях, зданиях, сооружениях осуществляется эксплуатационным персоналом по письменному

распоряжению начальника подразделения, которое оформляется в специальном журнале с пронумерованными страницами, прошнурованном и скрепленном печатью. Номер, дата распоряжения заносятся в наряд-допуск.

При подготовке к огневым работам начальник подразделения совместно с ответственным за подготовку и проведение этих работ определяет на месте опасную зону, границы которой четко обозначаются предупредительными знаками; мелом, краской, биркой или другими хорошо видимыми знаками отмечаются места сварки, резки и т. п. Площадки, металлоконструкции, конструктивные элементы зданий, находящиеся в зоне проведения огневых работ, очищаются от взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных продуктов на расстояние, зависящее от высоты их проведения над уровнем пола и уровня прилегающей территории. Перекрываются сливные воронки, выходы из лотков и другие устройства, связанные с канализацией, в которых могут быть горючие газы и пары; закрываются несгораемым материалом монтажные проемы и незаделанные отверстия в перекрытиях и стенах; принимаются меры по недопущению разлета искр.

Во взрывоопасных, взрывопожароопасных помещениях, зданиях, сооружениях при подготовке оборудования, конструкций к огневым работам организуется контроль за состоянием воздушной среды. В аппаратах и коммуникациях, на которых будут проводиться огневые работы, а также в опасной зоне содержание взрывопожароопасных и токсичных веществ не должно превышать предельно допустимых концентраций. Результаты анализа воздушной среды также фиксируются в наряде-допуске.

После выполнения всех подготовительных работ, предусмотренных в распоряжении и наряде-допуске, лицо, ответственное за подготовку, ставит свою подпись в соответствующем пункте наряда-допуска и передает его ответственному за проведение огневых работ.

Ответственный за проведение огневых работ проверяет факт установки заглушек согласно схеме, снятия напряжения и наличия запрещающих плакатов на пусковой аппаратуре машин и механизмов, полноту выполнения мероприятий по обеспечению безопасности, рассматривает результаты анализов воздушной среды. При положительных результатах проверки места производства работ также расписывается в наряде-допуске. Выясняет у исполнителей состояние здоровья, наличие у сварщика удостоверения и талона пожарно-технического минимума, проверяет состояние средств индивидуальной

защиты, проводит целевой инструктаж о мерах безопасности при проведении огневых работ, заполняет соответствующий пункт наряда-допуска и сообщает руководителю подразделения о готовности к проведению огневых работ.

Разрешение на проведение огневых работ после проверки места огневых работ дает начальник подразделения, о чем расписывается в наряде-допуске.

Допуск на проведение огневых работ осуществляется лицом, ответственным за их проведение, после приемки оборудования и места производства работ, при положительных результатах состояния воздушной среды и с разрешения начальника подразделения, объекта.

Место проведения огневых работ обеспечивается первичными средствами пожаротушения, указанными в наряде-допуске, а при наличии в здании внутреннего противопожарного водопровода от ближайшего пожарного крана прокладывается рукавная линия.

Эксплуатационным персоналом подразделения должны быть приняты меры, исключающие возможность выделения в воздушную среду взрывопожароопасных и токсичных веществ. Запрещается вскрытие люков и крышек аппаратов, перегрузка и слив продуктов, загрузка через открытые люки и другие операции, которые могут привести к загазованности, проливам горючих жидкостей и запыленности мест, где проводятся огневые работы.

В период проведения огневых работ должен быть организован контроль за состоянием воздушной среды: периодически, если это предусмотрено нарядом-допуском; после установленных перерывов в работе; при появлении на месте проведения огневых работ признаков загазованности, запыленности.

Огневые работы должны быть немедленно прекращены при обнаружении отступлений от требований Правил, несоблюдении мер безопасности, предусмотренных нарядом-допуском, и специальных требований на виды огневых работ, возникновении опасной ситуации, по требованию контролирующих служб предприятия, органов надзора.

Проводить работы запрещается: при неисправных средствах проведения работ; на свежеокрашенных 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; осу-

ществование 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.

По окончании огневых работ ответственный за проведение работ расписывается в наряде-допуске и передает его для приемки оборудования старшему по смене или начальнику подразделения. Лицо, принявшее оборудование после огневых работ расписывается в определенном пункте наряда-допуска и в течение трех часов обеспечивает наблюдение за местом, где проводились огневые работы.

Наряд-допуск и распоряжение на подготовительные работы должны храниться в подразделении не менее одного месяца.

Если огневые работы не закончены в течение одной смены, наряд-допуск при неизменных условиях производства работ продлевается начальником подразделения и ответственным за проведение огневых работ на каждую последующую смену, о чем в наряде-допуске делается запись. О продлении наряда-допуска уведомляются пожарная охрана и служба охраны труда.

Формой наряда-допуска предусматриваются изменения в составе бригады исполнителей. С введенными в состав бригады исполнителями проводят целевой инструктаж о мерах безопасности при проведении огневых работ.

4.6. Средства и способы тушения пожаров. Пожарная сигнализация

4.6.1. Способы тушения пожаров. Разрабатывая действенные методы предупреждения и ликвидации пожаров и взрывов, используют общие теоретические положения о горении, а также данные, полученные при изучении пожаров и взрывов на производстве.

Всякий пожар легче всего ликвидировать в его начальной стадии, приняв меры к локализации очага, чтобы предотвратить увеличение площади горения. Согласно СТБ 11.0.04–95 «Организация тушения пожаров. Термины и определения», **локализация пожара** – прекращение дальнейшего распространения пожара и создание условий для его успешной ликвидации имеющимися силами и средствами.

Ликвидация пожара – прекращение горения на пожаре.

Силы и средства на пожаре – личный состав пожарных подразделений, работники предприятий, учреждений и организаций, которые участвуют в тушении пожара, а также пожарная, приспособленная, вспомогательная техника и огнетушащие вещества на пожаре.

Тушение пожара – процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов, направленных на ликвидацию пожара.

Успех быстрой локализации и ликвидации пожара в его начальной стадии зависит от использования соответствующих огнетушащих средств, наличия средств пожарной связи и сигнализации для вызова пожарной помощи. Кроме того, каждый работающий должен уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и приводить в действие автоматические и ручные огнетушащие установки.

Тушение пожара сводится к активному (механическому, физическому или химическому) воздействию на зону горения для нарушения устойчивости реакции одним из принятых средств пожаротушения.

Устойчивость горения зависит в первую очередь от температуры в зоне химической реакции, которая определяется условиями теплообмена с окружающей средой.

Нарушение теплового равновесия и понижение температуры в зоне горения может быть достигнуто при пожаротушении или увеличением скорости потерь тепла, или уменьшением скорости выделений тепла в зоне горения.

Эффективность пожаротушения зависит от правильного выбора способов тушения пожара (рис. 4.1).

Выбор средств пожаротушения зависит от технологии производства и физико-химических свойств применяемых материалов, от условий, исключающих появление вредных побочных явлений при взаимодействии огнетушащих средств с горящим веществом и продуктами горения, а также от условий протекания процесса горения и технических возможностей тушения пожара.

Тушение пожаров с реакцией горения теплового характера обычно достигается увеличением потерь тепла в окружающую среду, физическими способами пожаротушения.

Тушение пожаров, протекающих по реакции горения цепного характера, легче достигается уменьшением выделений тепла реакции горения химическим способом. На практике горение при пожаре носит и тепловой, и цепной характер, поэтому одновременно применяют оба способа пожаротушения.

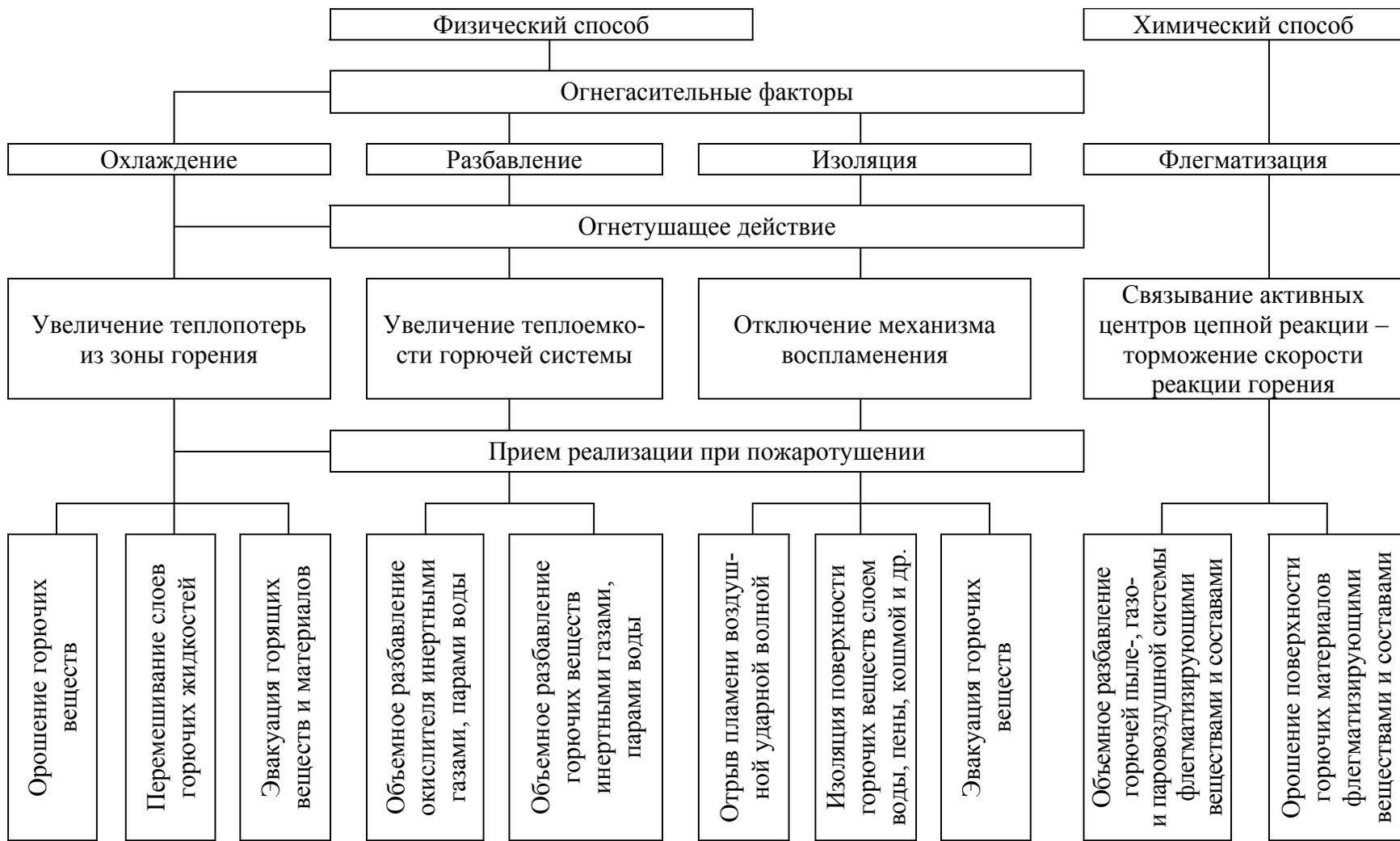


Рис. 4.1. Способы тушения пожара

Неустойчивость трения и его полная ликвидация достигаются применением тех или иных огнетушащих веществ, которые взаимодействуют с зоной горения при пожаре. Пожаротушение с использованием этих веществ основано на физико-химическом эффекте, возникающем при их взаимодействии с зоной горения. Поэтому для различных способов пожаротушения предусмотрен определенный набор подобных веществ.

Для тушения пожаров широкое применение находят такие вещества, как вода, ее пары, а также другие жидкости, газы и твердые порошки некоторых веществ, обладающих наиболее эффективным пожаротушащим действием.

Хранение и применение этих веществ в условиях пожара должно быть безопасным для человека и не вызывать повреждения технологического оборудования.

4.6.2. Огнетушащие вещества и их характеристика. Существующие огнетушащие вещества обладают комбинированным воздействием на процесс горения. Однако каждому из них присуще какое-то одно преобладающее свойство.

Огнетушащее вещество – это вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения данной горючей среды. Огнетушащие вещества могут быть в твердом, жидком или газообразном состоянии.

При выборе вещества для пожаротушения необходимо учитывать его совместимость с горящим материалом, а также класс пожара. Согласно ГОСТ 27331–87 «Пожарная техника. Классификация пожаров», классификация пожаров осуществляется в зависимости от вида горящих веществ и материалов. Классы и подклассы пожаров указаны в табл. 4.19.

Для тушения пожаров класса А применяются все виды огнетушащих веществ и прежде всего вода; для класса В – распыленная вода, все виды пен, порошки; для класса С – газовые составы, галоидоуглеводороды, порошки, вода; для класса D – порошки; для класса Е – галоидоуглеводороды, углекислый газ, порошки.

Наиболее широко применяемым огнетушащим веществом является вода. *Вода* по сравнению с другими огнетушащими веществами имеет небольшую теплоемкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. 1 л воды при нагревании от 0 до 100°С поглощает 419 кДж тепла, а при испарении – 2260 кДж. Вода отличается достаточной термической стойкостью (свыше 1700°С), превышающей

стойкость многих других огнетушащих веществ. Кроме того, вода обладает тремя свойствами огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горения и изолирует горючие вещества от зоны горения.

Таблица 4.19

Классификация пожаров

Класс пожара	Характеристика класса	Под-класс	Характеристика подкласса
А	Горение твердых веществ	А1	Горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (например, дерева, бумаги, соломы, угля, текстильных изделий)
		А2	Горение твердых веществ, не сопровождаемое тлением (например, пластмассы)
В	Горение жидких веществ	В1	Горение жидких веществ, нерастворимых в воде (например, бензина, эфира, нефтяного топлива), а также сжижаемых твердых веществ (например, парафина)
		В2	Горение жидких веществ, растворимых в воде (например, спиртов, метанола, глицерина)
С	Горение газообразных веществ		Горение горючих газов (например, бытовой газ, водород, пропан)
D	Горение металлов	D1	Горение легких металлов, за исключением щелочных (например, алюминия, магния и их сплавов)
		D2	Горение щелочных и других подобных металлов (например, натрия, калия)
		D3	Горение металлосодержащих соединений, (например, металлоорганических соединений, гидридов металлов)
Е	Горение электроустановок под напряжением		Горение электроустановок, находящихся под напряжением

Виды подачи воды на пожаре могут быть следующими: мощные компактные струи из лафетных стволов с насадками диаметром 28–50 мм или компактные струи из ручных пожарных стволов с насадками диаметром 13–25 мм; распыленные струи при диаметре капель воды свыше 100 мкм; тонкораспыленные струи с диаметром капель воды до 100 мкм, получаемые из стационарных и переносных распылителей; растворы, содержащие 0,2–2,0% массы смачивателей для снижения поверхностного натяжения; водобромэтиловая эмульсия, содержащая

90% массы воды и 10% бромистого этила, для повышения эффекта тушения, достигаемого химическим торможением реакции горения.

Воду в виде компактных и распыленных струй применяют при тушении твердых веществ и материалов органического происхождения, горючих жидкостей (темные нефтепродукты). Воду в виде распыленных и тонкораспыленных струй применяют при тушении несмешивающихся с водой горючих и легковоспламеняющихся жидкостей.

Для повышения проникающей способности воды снижают ее поверхностное натяжение. Для этого в воду вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ) – *смачиватели*. При понижении поверхностного натяжения воды в два раза резко улучшается ее огнетушащее действие, причем требуемый расход воды уменьшается примерно в 2–2,5 раза и одновременно сокращается время пожаротушения.

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, происходит усиление горения в результате выброса, разбрызгивания, вскипания. При взаимодействии воды с литийорганическими соединениями, карбидами щелочных металлов и кальция, алюминия, бария, гидридами ряда металлов, алюминием, магнием и другими металлами происходит выделение горючих газов, с алюминийорганическими соединениями – реакция со взрывом, с гидросульфитом натрия – самовозгорание.

Вода, содержащая различные природные соли, обладает повышенной коррозионной способностью и значительной электропроводностью. Поэтому при тушении водой электрооборудование необходимо обесточить.

Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей применяют пену. **Пены** представляют собой пузырьки газа, заключенные в тонкие оболочки из жидкости. Пузырьки газа могут образовываться внутри жидкости в результате химических процессов или механического смещения воздуха с жидкостью. Чем меньше размеры пузырьков газа и поверхностное натяжение пленки жидкости, тем более устойчива пена. При небольшой плотности пена растекается по поверхности горячей жидкости, изолирует ее от пламени, и поступление паров в зону горения прекращается; одновременно охлаждается поверхность жидкости. Для тушения пожаров применяют устойчивую пену, которая может быть получена при введении в воду *пенообразователей*, способных снизить поверхностное натяжение пленки воды.

Огнетушащие свойства пены определяются ее устойчивостью, кратностью, дисперсностью и вязкостью.

Устойчивость пены – ее способность противостоять процессу разрушения в течении определенного времени.

Кратность пены – отношение объема пены к объему раствора, из которого она образована.

Вязкость пены – способность к растеканию по поверхности.

Качество пены во многом определяется ее *дисперсностью*. Чем выше дисперсность, тем больше устойчивость пены и выше ее огнетушащая эффективность.

Широкое применение находят два вида устойчивых огнегасительных пен: химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена образуется в результате химической реакции при взаимодействии щелочного и кислотного составов в присутствии пенообразователя. 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.

Воздушно-механическая пена представляет собой механическую смесь воздуха, воды и пенообразователя. Стойкость воздушно-механической пены меньше, чем химической, причем стойкость уменьшается с повышением кратности пены. Для получения воздушно-механической пены требуется 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 предупреждения взрыва при скоплении в помещении горючих газов или паров наиболее эффективный способ защиты – создание среды, не поддерживающей горения. Это достигается при применении в качестве средств пожаротушения *инертных разбавителей* – диоксида углерода, азота, аргона, водяного пара, дымовых газов и некоторых галогенсодержащих веществ. Инертные разбавители снижают скорость реакции, так как часть тепла расходуется на их нагрев.

Диоксид углерода – бесцветный газ. Из 1 л жидкого диоксида углерода при 0°C образуется 506 л газа. Хранится CO₂ в стальных баллонах. Однако, применяя диоксид углерода необходимо учитывать его токсичность. Вдыхание воздуха, содержащего 10% CO₂, смертельно. Поэтому система тушения с использованием диоксида углерода должна иметь сигнализирующее устройство с тем, чтобы обеспечить своевременную эвакуацию людей из помещения. Диоксид углерода

применяют для тушения пожаров электрооборудования в складах, аккумуляторных станциях, сушильных печах.

Азот – газ, не имеющий ни цвета, ни запаха. В качестве средства тушения он используется по способу разбавления. Азот применяют главным образом при тушении веществ, горящих пламенем (жидкости, газа). Он плохо тушит вещества, способные тлеть (дерево, бумага, хлопок и др.) и не тушит волокнистые материалы (хлопок, ткани).

Водяной пар (технологический и отработанный) используют для создания паровоздушных завес на открытых технологических установках, а также для тушения пожаров в помещениях малого объема.

Огнегасительные средства на основе **галогидоуглеводородов** относятся к ингибирующим или флегматизирующим средствам, так как тушение 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. Они повышаются в ряду фтор – хлор – бром – йод.

Наиболее широкое распространение для тушения пожаров получили трифторбромметан (хладон 13В1), дифторхлорбромметан (хладон 12В1), дибромтетрафторэтан (хладон 114В2), дибромдифторметан (хладон 12В2). Торговые названия этих соединений – **хладоны** (прежнее – фреоны), за рубежом – галоны. По принятой номенклатуре хладонов, номер его составляется так: 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.

Хладоны 114В2, 12В2 и бромистый этил представляют собой тяжелые жидкости с запахом, остальные хладоны при нормальных условиях – газы.

Хладоны применяют для объемного тушения, для поверхностного тушения небольших очагов пожаров и для предупреждения образования взрывоопасной среды. Используют хладоны для защиты особо опасных цехов химических производств, сушилок, окрасочных камер, складов с горючими жидкостями и т. д. К особенностям использования хладонов относится не только скорость тушения, но и возможность предупреждения и подавления взрывов парогазовоздушной смеси.

Их не рекомендуется применять для тушения металлов, ряда металлоорганических соединений, гидридов металлов, а также материалов, содержащих в своем составе кислород.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой или другими огнетушащими веществами, применяют различные

порошковые составы. Принцип тушения порошковыми составами заключается либо в изоляции горящих материалов от доступа к ним воздуха, либо в изоляции паров и газов от зоны горения.

Порошковые составы обладают следующими преимуществами: высокая огнетушащая эффективность, универсальность, возможность тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением, а также использования при минусовых температурах. Порошковые составы применяют для тушения металлов и металлоорганических соединений, пирофорных веществ, для тушения газового пламени. Порошковые составы не лишены недостатков: это слеживаемость и комкование. Однако получение порошков по современной технологии резко улучшило их сопротивляемость слеживаемости и обеспечило хорошую текучесть, что резко повысило их применение.

Промышленность выпускает 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 углеводородных горючих, древесины, электрооборудования. Порошки же типа ПС создают на поверхности горящих материалов изолирующий слой и предназначены для тушения металлов, металлоорганических соединений и др.

Порошковые составы практически нетоксичны, не оказывают коррозионного действия и их можно использовать в сочетании с распыленной водой и пенными средствами тушения.

К **комбинированным составам** относятся водогалогенуглеводородные эмульсии, комбинированные азотно-хладоновые и углекислотно-хладоновые составы для объемного тушения, 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.

Огнетушащие вещества выбирают в каждом конкретном случае с учетом условий протекания процесса горения, пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов.

4.6.3. Первичные средства тушения пожара. Средства тушения пожара можно разделить на две группы – первичные средства тушения и автоматические стационарные системы пожаротушения.

Первичные средства тушения пожара – это устройства, инструменты и материалы, предназначенные для локализации и (или) ликвидации загорания на начальной стадии. К ним относятся огнетушители, пожарные щиты, внутренний пожарный кран, емкости с водой, ящики с песком, войлок (кошма). Данные средства просты в обращении и для приведения их в действие не требуется сложных операций.

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 ее полностью меняют.

Песок применяется для тушения небольших очагов горения, в том числе проливов горючих жидкостей. *Ящик для песка* должен иметь вместимость 0,5; 1,0 или 3 м³ и комплектоваться совковой лопатой.

Кошма предназначена для изоляции очага горения от доступа воздуха. Этот метод очень эффективен, но применяется лишь при небольшом очаге горения. Полотно должно иметь размеры 1×1,5 или 2×2 м, храниться в металлических или пластмассовых футлярах с крышками. Не реже одного раза в месяц кошма просушивается и очищается от пыли.

Здания и помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения. Для их размещения устанавливают специальные щиты. *Щит пожарный* – предназначен для размещения первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и пожарного инвентаря в производственных и складских помещениях, не оборудованных внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения, а также на территории предприятий, не имеющих наружного противопожарного водопровода, или при удалении зданий, сооружений, наружных технологических установок этих предприятий на расстояние более 100 м от наружных пожарных водоисточников.

На щитах размещают огнетушители, ломы, багры, топоры, ведра. Рядом со щитом устанавливается ящик с песком и лопатами, а также бочка с водой.

Внутренний пожарный кран предназначен для тушения загораний веществ и материалов, кроме электроустановок под напряжением. Размещается в специальном шкафчике, оборудуется стволом и рукавом,

соединенным с краном. При возникновении загорания нужно сорвать пломбу или достать ключ из места хранения на дверце шкафчика, открыть дверцу, раскатать пожарный рукав, после чего произвести соединение ствола, рукава и крана, если это не сделано. Затем максимальным поворотом вентиля крана пустить воду в рукав и приступить к тушению загорания. При введении в действие пожарного крана рекомендуется действовать вдвоем. В то время как один человек производит пуск воды, второй подводит пожарный рукав со стволом к месту горения.

Средства пожаротушения и пожарные щиты располагают на видных местах и окрашивают в соответствующие цвета по СТБ 1392–2003 «Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Общие технические требования. Методы испытаний».

Самым распространенным видом первичных средств пожаротушения являются *огнетушители*. Огнетушители классифицируются по виду применяемого огнетушащего вещества, по размерам, по способу выброса огнетушащего вещества.

По виду применяемого огнетушащего вещества огнетушители классифицируются на: жидкостные (вода с добавками ПАВ); пенные (воздушно-пенные); газовые (углекислотные); порошковые; аэрозольные (углекислотно-бромэтиловые, хладоновые); комбинированные (пенно-порошковые).

По размерам делятся на: малолитражные – до 5 л; промышленные ручные – от 5 до 10 л; передвижные и стационарные – более 10 л.

По способу выброса огнетушащего вещества: под давлением самого заряда; под давлением рабочего газа, находящегося над огнетушащим веществом; под давлением рабочего газа, находящегося в отдельном баллончике, расположенном в корпусе огнетушителя.

В Республике Беларусь используются следующие основные типы огнетушителей: углекислотные (УО), воздушно-пенные (ОВП), порошковые (ОП).

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, электроустановок под напряжением до 1000 В, двигателей внутреннего сгорания, горючих жидкостей. Запрещается тушить материалы, горение которых происходит без доступа воздуха.

Работа углекислотного огнетушителя основана на вытеснении заряда двуокиси углерода под действием собственного избыточного давления, которое задается при наполнении огнетушителя. Двуокись углерода находится в баллоне под давлением 5,7 МПа при температуре окружающего воздуха 20°C.

При открывании запорно-пускового устройства (нажатии на рычаг) заряд CO_2 по сифонной трубке поступает к раструб. При этом происходит переход двуокиси углерода из сжиженного состояния в снегообразное (твердое), сопровождающийся резким понижением температуры до -70°C . Огнетушащее действие углекислоты основано на охлаждении зоны горения и разбавлении горючей парогазовоздушной среды инертным (негорючим) веществом до концентраций, при которых происходит прекращение реакции горения. Для приведения огнетушителя в действие необходимо выдернуть чеку или сорвать пломбу, направить раструб на очаг пожара и нажать на рычаг.

Маркировка углекислотного огнетушителя состоит из буквенного обозначения «ОУ» и цифры, обозначающей его вместимость. Углекислотные огнетушители бывают ручные (переносные) (ОУ-1, ОУ-2, ОУ-3, ОУ-4, ОУ-5, ОУ-8), передвижные (ОУ-10, ОУ-20, ОУ-40, ОУ-80) и стационарные.

Воздушно-пенные огнетушители наиболее удобны для тушения тлеющих материалов, а также горючих жидкостей. Конструкция насадки обеспечивает подачу воздушно-механической пены средней и низкой кратности. Эффективность воздушно-пенных огнетушителей значительно возрастает при использовании в качестве заряда фторированных пленкообразующих пенообразователей. Пенными огнетушителями запрещается тушить электроустановки под напряжением.

По принципу создания давления в их корпусе воздушно-пенные огнетушители подразделяются на: закачные (з); с баллоном высокого давления (б).

Принцип действия основан на вытеснении раствора пенообразователя избыточным давлением самого заряда или рабочего газа (воздух, азот, углекислый газ). При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом. Пенообразователь выдавливается газом через клапаны и сифонную трубку. В насадке пенообразователь перемешивается с засасываемым воздухом, и образуется пена. Она попадает на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода. Для приведения огнетушителя в действие необходимо выдернуть чеку или сорвать пломбу, направить насадку на очаг пожара и нажать на рычаг.

Маркировка воздушно-пенного огнетушителя состоит из буквенного обозначения «ОВП» и цифры, обозначающей его вместимость.

Воздушно-пенные огнетушители бывают ручные (ОВП-4, ОВП-8), передвижные (ОВП-50, ОВП-100).

Порошковые огнетушители предназначены для тушения всех классов пожаров, обладают широким диапазоном температур эксплуатации. Они применяются для тушения возгорания нефтепродуктов, легковоспламеняющихся жидкостей и горючих материалов, а также для тушения возгорания электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Порошковые огнетушители по принципу создания давления в их корпусе подразделяются на следующие типы: закачные (з); с баллоном высокого давления (б).

Принцип действия порошкового огнетушителя закачного. Рабочий газ закачан непосредственно в корпус огнетушителя. При срабатывании запорно-пускового устройства порошок вытесняется газом по сифонной трубке в шланг и к стволу-насадке или в сопло. Порошок можно подавать порциями. Он попадает на горящее вещество и изолирует его от кислорода воздуха.

Принцип действия порошкового огнетушителя со встроенным источником давления. При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом (углекислотный газ, азот). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу. Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха.

Маркировка порошкового огнетушителя состоит из буквенного обозначения «ОП» и цифры, обозначающей его вместимость. Воздушно-пенные огнетушители бывают ручные (ОП-1, ОП-2, ОП-3, ОП-4, ОП-5, ОП-8, ОП-10), передвижные (ОП-50, ОП-100).

Предприятия должны обеспечиваться первичными средствами пожаротушения согласно требованиям ГОСТ 12.4.009–83 ССБТ «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание», ППБ 1.01-94 и ППБ 2.07-2000 (табл. 4.20).

Постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь № 57/129 от 29 декабря 2007 г. «О некоторых мерах по обеспечению пожарной безопасности в лесах» утверждены Нормы обеспечения пожарной техникой и средствами для тушения лесных пожаров (табл. 4.21).

**Нормы первичных средств пожаротушения
в соответствии с ППБ 2.07–2000**

Наименование зданий, сооружений, помещений, установок	Норма расчета	Наименование первичных средств пожаротушения			
		Огнетушители ручные, шт.		Щит пожарный*, шт.	Прочее
		углекислотные 5 (8), л	порошковые 10 (2×5), л		
1	2	3	4	5	6
Трансформаторные подстанции	200 м ²	2	1	1	–
Открытый склад круглых лесоматериалов	Через каждые 30 м по периметру группы штабелей	–	2	–	Емкость с водой объемом не менее 0,2 м ³ и ведро
Закрытые склады и складские помещения: химических веществ и реактивов; щелочных и щелочноземельных металлов	200 м ²	2	2	1	–
	200 м ²	–	4	1	–
Вахтовый поселок	Строение	2	1	2**	–
Лесотранспортеры и эстакады транспортеров	100 м	–	1	–	Емкость с водой объемом не менее 0,2 м ³ и ведро
Кабины управления кранов	Кабина	1	–	–	–
Моторные лебедки	Единица оборудования	–	1	–	Песок объемом не менее 0,5 м ³
Место заправки бензомоторного инструмента и хранения ЛВЖ	Каждое	–	1	–	Песок или минерализованный грунт в объеме до 0,5 м ³ , совковая лопата и противопожарное полотнище
Участки и цехи спичечного производства	100 м ²	2	2	1	–

Окончание табл. 4.20

1	2	3	4	5	6
Автомобили, автомобили-цистерны и специально оборудованные топливозаправщики, электротранспорт, используемый в качестве тягача для транспортирования ЛВЖ	1 единица	–	2	–	Противопожарное полотно, лопата, запас песка не менее 0,25 м ³
Сушилки лесоматериалов	100 м ²	–	2	1	Скребки, металлические лестницы, металлические противни для уборки обгоревших кусков шпона, рукавицы

* Пожарный щит должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.009–83 и включает в себя: багор – 1 шт.; лом – 1 шт.; лопата – 1 шт.; ведро – 2 шт.; полотно противопожарное – 1 шт.; ящик для песка – 1 м³.

** На поселок.

Таблица 4.21

**Нормы обеспечения пожарной техникой
и средствами для тушения лесных пожаров**

№ п/п	Наименование	Площадь лесосеки, га		
		до 5	от 5 до 10	Свыше 10
1	Емкость с водой объемом не менее 2 м ³ , шт.*	–	1	2
2	Мотопомпы (насосы) производительностью не менее 400 л/мин, шт.*	–	1	2
3	Трактор мощностью не менее 60 (81) кВт (л.с.), шт.*	–	1	1
4	Плуг ПКЛ-70 или другие почвообрабатывающие орудия, шт.*	–	1	1
5	Ствол торфяной, шт.**	–	1	2
6	Пожарные напорные рукава, Ø 51 мм, п.м, не менее	–	100	200
7	Лопата, шт.	2	4	7
8	Ранцевый лесной опрыскиватель, шт.	2	3	5
9	Топор, шт.	2	3	4
10	Бензопила (пилы поперечные), шт.	1	2	3
11	Ведро 10 л, шт.	–	1	2

* При наличии автомобильных пожарных цистерн с общей емкостью, не менее указанной в пункте 1, оснащение техникой и оборудованием, указанными в пунктах 1–4, не обязательно.

** Для лесосек, расположенных на торфяниках.

4.6.4. Стационарные установки пожаротушения. Под *установками пожаротушения* понимается совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска огнетушащего вещества.

По способу приведения в действие установок пожаротушения (выпуску огнетушащих веществ) они подразделяются на ручные (с ручным способом приведения в действие) и автоматические.

При этом все автоматические установки пожаротушения (кроме спринклерных) могут приводиться в действие ручным и автоматическим способами. Спринклерные установки пожаротушения приводят в действие исключительно автоматически.

Установки пожаротушения в зависимости от принципа тушения (создание огнетушащей среды в объеме защищаемого помещения или воздействие на горящую поверхность) подразделяют на *установки объемного и поверхностного пожаротушения*.

Отличительной особенностью автоматических установок пожаротушения (АУП) является выполнение ими одновременно и функций автоматической пожарной сигнализации.

Автоматические установки пожаротушения подразделяются:

- по конструктивному исполнению – на спринклерные, дренчерные, агрегатные, модульные;
- по виду огнетушащего вещества – на водяные, пенные, газовые, порошковые.

В основе классификации АУП по конструктивному исполнению лежат особенности одного или нескольких составных частей стационарных технических средств. Например: спринклерные АУП оборудованы нормально закрытыми спринклерными оросителями; дренчерные АУП – нормально открытыми дренчерными оросителями; модульные АУП – это нетрубопроводные установки с размещением баллонов и пусковых устройств непосредственно в защищаемом помещении; агрегатные – все технические средства обнаружения пожара, хранения, выпуска и транспортирования огнетушащих веществ, представляют собой самостоятельную единицу.

Автоматическая установка пожаротушения состоит из следующих элементов: датчиков, сигнализирующих о возникновении пожара, и побудительных трубопроводов или электрических цепей, по которым сигнал о пожаре передается в устройство, преобразующее сигнал датчика для привода установки в действие; пускового устройства, с помощью которого открывается доступ огнетушащему веществу в систему трубопроводов; системы трубопроводов с приспособлениями для подачи огнетушащего вещества в защищаемое помещение;

резервуаров или баллонов, в которых содержится огнетушащее вещество; крана, клапана или электрического контакта, предназначенных для ручного включения установки в действие.

Устройство, преобразующее сигнал датчика для привода установки в действие, одновременно должно включать сигнал о пожаре, открывать электрозадвижки и т. д.

Среди установок водяного тушения широкое распространение получило **спринклерное** оборудование. Под потолком пожароопасного помещения монтируется сеть разветвленных трубопроводов, на которых размещены спринклерные головки (из условия орошения одним спринклером от 9 до 12 м² площади пола). В нормальном режиме в трубопроводах находится вода под давлением и удерживается спринклером (рис. 4.2), выходное отверстие которого закрыто специальным замком 1. Этот замок выполнен из легкоплавкого металла. При возникновении загорания и повышении температуры в помещении замок спринклера выбрасывается, и вода, имея свободный проход из трубопровода, разбрызгивается. Таким образом, по мере продвижения высокой температуры по помещению спринклеры открываются поочередно, и происходит орошение помещения водой. Как только при пожаре вскрылся хотя бы один спринклер, контрольно-сигнальная система подает световой или звуковой сигнал о пожаре.

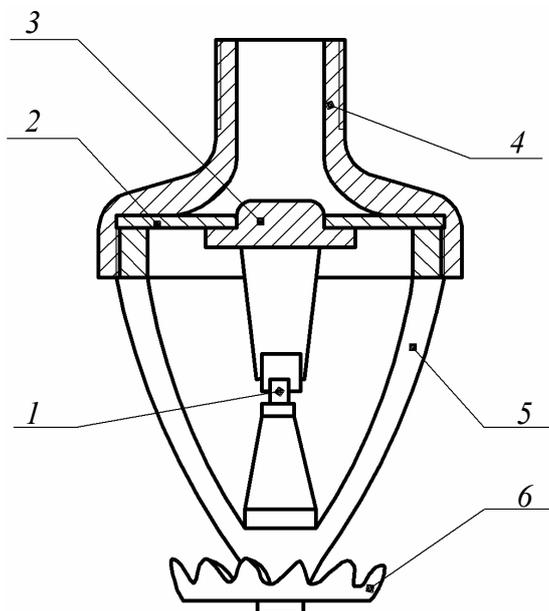


Рис. 4.2. Спринклерная головка:

- 1 – легкоплавкий замок; 2 – металлическая диафрагма; 3 – клапан;
4 – обойма с винтовой нарезкой; 5 – кольцевая часть с хомутом;
6 – розетка для разбрызгивания воды

Таким образом, спринклерная система совмещает в себе функции системы подачи сигнала и тушения загорания. При защите неотопляемых помещений применяют спринклерную установку воздушной системы, в которой трубопроводы заполнены не водой, а сжатым воздухом с использованием вместо водяного контрольно-сигнального клапана воздушного типа. Вода в такой системе расположена только до контрольно-сигнального клапана, а после него в системе находится сжатый воздух. Следовательно, при вскрытии головок в воздушной системе выходит воздух, и только после этого она начинает заполняться водой.

Как указывалось выше, в спринклерных установках вскрывается только такое количество головок, которое оказалось в зоне высокой температуры пожара. При этом спринклерные головки обладают сравнительно большой инерционностью – они вскрываются через 2–3 минуты с момента повышения температуры в помещении. В пожароопасных помещениях такая инерционность не всегда приемлема. Кроме того, с целью повышения эффективности действия системы пожаротушения оказывается целесообразным подать воду сразу по всей площади помещения или его части. В таких случаях применяют дренчерные установки.

В *дренчерных установках* группового действия на трубопровод, который монтируется под перекрытиями, устанавливаются дренчеры, имеющие вид спринклеров, но без замков, с открытыми выходными отверстиями для воды. В нормальных условиях выход воды в трубопроводы закрыт клапаном группового действия. При возникновении пожара пуск воды осуществляется после срабатывания какого-либо датчика, реагирующего на повышение температуры (спринклер, электрический датчик), либо ручным включением. Вода поступает в трубопроводную сеть, находящуюся под потолком помещения, и имеет свободный выход через оросители дренчеров. В отличие от спринклерной системы пожаротушения дренчерные головки работают все одновременно, независимо от распределения высокой температуры по помещению.

Дренчерные установки используются для тушения пожаров в помещениях, где требуется одновременное орошение площади, создание водяных завес, орошение отдельных элементов технологического оборудования.

Спринклерные и дренчерные установки могут заполняться не только водой, но и водными растворами, а также жидкими и газообразными огнетушащими веществами.

4.6.5. Пожарная связь и сигнализация. С целью своевременного оповещения о возникновении пожара, включения систем пожаротушения и вызова пожарных команд на предприятиях предусматривается система пожарной связи и оповещения.

Для извещения о пожаре наибольшее распространение получила телефонная связь. На каждом телефонном аппарате крепится табличка с указанием номеров телефонов для вызова пожарной охраны. Телефонной связью в обязательном порядке оборудуются помещения пожарных постов, дежурного персонала, диспетчерской связи.

Пожарная сигнализация предназначена для быстрого сообщения о пожаре. Системами пожарной сигнализации оборудуются технологические установки повышенной пожарной опасности, производственные, административные здания, склады.

Наиболее надежным и быстродействующим средством связи для вызова пожарной команды является *электрическая пожарная сигнализация*, состоящая из следующих основных частей: извещателей, установленных в производственных зданиях или на территории промышленного предприятия, хозяйства или склада, предназначенных для подачи сигналов о пожаре; приемной станции с приемными аппаратами, обеспечивающими прием сигналов о пожаре и фиксирующими эти сигналы; линейных сетей, соединяющих извещатели с приемными станциями. На приемной станции имеются оптические и акустические сигналы тревоги.

В зависимости от способа соединения извещателей с приемными станциями электрическая пожарная сигнализация делится на лучевую и шлейфовую. *Лучевыми* называются системы, где каждый извещатель соединен с приемной станцией парой самостоятельных проводов, образующих отдельный луч. Каждый луч включает не менее трех извещателей. При срабатывании любого из извещателей на приемной станции будет известен номер луча, но не место установки извещателя.

Электрическая пожарная сигнализация *шлейфной* системы отличается от лучевой тем, что извещатели включены последовательно в один общий провод (шлейф). Начало и конец провода соединены с приемной станцией. В один шлейф включается до 50 извещателей. Действие этой системы основано на принципе передачи извещателем определенного числа импульсов (кода извещателя). Шлейфную систему сигнализации применяют, как правило, на крупных промышленных предприятиях, складах и других объектах.

По способу приведения в действие пожарные извещатели подразделяют на ручные (кнопочные) и автоматические.

Ручные извещатели предназначены для передачи информации о пожаре по линии связи на технические средства оповещения с помощью человека, обнаружившего пожар, и должны размещаться на высоте 1,5 м от уровня пола. Ручные извещатели подключают к приемной станции. Сигнал тревоги подается при нажатии кнопки. Человек, подавший сигнал, получает подтверждение о том, что сигнал принят.

Автоматические пожарные извещатели подразделяются по виду контролируемого признака пожара на тепловые, дымовые, световые, комбинированные, ультразвуковые. При этом они выполняются в следующих модификациях: *максимальные* – срабатывающие при достижении контролируемым параметром (дым, температура, излучение) определенной величины; *дифференциальные* – реагирующие на скорость изменения контролируемого параметра; *максимально-дифференциальные* – реагирующие как на достижение контролируемым параметром заданной величины, так и на скорость его изменения.

Тепловые извещатели. Принцип действия тепловых извещателей заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры. В качестве чувствительных элементов применяют биметаллические пластинки различных геометрических форм, легкоплавкие сплавы, термопары, полупроводниковые и магнитные материалы. Так, биметаллическая пластинка состоит из двух спрессованных слоев металла с различными коэффициентами линейного расширения. При нагревании металла слой с большим коэффициентом линейного расширения (активный) удлиняется на большую величину, чем слой с меньшим коэффициентом линейного расширения (пассивный). В результате пластинка прогибается в сторону пассивного слоя и переключает контакты цепи сигнализации.

Дымовые извещатели. Существует два основных принципа обнаружения дыма: оптико-электронный и радиоизотопный. Характерной особенностью дымов является способность поглощать и рассеивать свет, чем и обусловлена их непрозрачность. Процессы рассеивания и поглощения света определяются физико-химическими показателями дыма и оптическими свойствами света. В дымовых извещателях используется принцип контроля изменения оптических свойств среды и обнаружения дыма двумя методами: по ослаблению первичного светового потока за счет уменьшения прозрачности окружающей среды; по интенсивности отраженного (рассеянного частицами дыма) светового потока.

Так, в извещателе дымовом фотоэлектрическом типа ИДФ луч света формируется с помощью диафрагмы и экрана таким образом, что фоторезистор не освещается при отсутствии дыма в рабочей камере. При появлении дыма в камере на фоторезистор попадает свет, рассеянный частицами дыма. В результате этого сопротивление фоторезисторов уменьшается, срабатывает электрическая схема на подачу сигнала тревоги.

Световые извещатели. Открытое пламя излучает свет в широком диапазоне спектра – от ультрафиолетового до инфракрасного. Световые извещатели регистрируют излучение открытого пламени на фоне посторонних источников света. Чувствительными элементами служат фотоприемники с различными принципами действия и спектральными характеристиками: фоторезисторы – полупроводниковые приборы, регистрирующие излучение в видимой и инфракрасных областях спектра; счетчики фотонов. Так, модернизированный автоматический извещатель пламени в качестве чувствительного элемента имеет счетчик фотонов. Извещатель срабатывает при очень малой интенсивности ультрафиолетового излучения, применяется для запуска быстродействующих установок пожаротушения.

Комбинированный извещатель выполняет функции теплового и дымового извещателя. Выполнен он на базе дымового извещателя с добавлением элементов электрической схемы, необходимой для работы теплового извещателя. Как тепловой извещатель он имеет в качестве чувствительного элемента полупроводниковые резисторы.

Ультразвуковой датчик предназначен для обнаружения в закрытых помещениях движущихся объектов (колеблющееся пламя, идущий человек). Работа датчика основана на использовании эффекта Доплера. Ультразвуковые волны частотой порядка 20 кГц излучаются в контролируемом помещении. В этом же помещении расположены приемные преобразователи, которые, действуя подобно обычному микрофону, преобразуют ультразвуковые колебания воздуха в электрический сигнал. Если в контролируемом помещении отсутствует колеблющееся пламя, то частота сигнала, поступающая от приемного преобразователя, будет соответствовать излучаемой частоте. При наличии в помещении движущихся объектов отраженные от них ультразвуковые колебания будут иметь частоту, отличную от излучаемой (эффект Доплера). Разность в частотах излучаемого и принимаемого сигналов в виде колебаний электрического тока (5–30 Гц) выделяется электрической схемой электронного блока. Этот сигнал усиливается и вызывает срабатывание поляризованного реле приемной станции.

4.7. Молниезащита зданий и сооружений

4.7.1. Разряды молнии и их параметры. *Молния* представляет собой электрический разряд длиной в несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением.

Разряд молнии начинается с развития *лидера* – слабо светящегося канала с током в несколько сотен ампер. По направлению движения лидера – от облака вниз или от наземного сооружения вверх – молнии разделяются на *нисходящие* и *восходящие*.

Лидер нисходящей молнии возникает под действием процессов в грозовом облаке, и его появление не зависит от наличия на поверхности земли каких-либо сооружений. По мере продвижения лидера к земле с наземных объектов могут возбуждаться направленные к облаку встречные лидеры. Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последнего поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект.

Восходящие лидеры возбуждаются с высоких заземленных сооружений, у вершин которых электрическое поле во время грозы резко усиливается. Сам факт появления и устойчивого развития восходящего лидера определяет место поражения. На равнинной местности восходящие молнии поражают объекты высотой более 150 м, а в горных районах возбуждаются с остроконечных элементов рельефа и сооружений меньшей высоты и потому наблюдаются чаще.

Рассмотрим процесс развития и параметры *нисходящей молнии*. После установления сквозного лидерного канала следует главная стадия разряда – быстрая нейтрализация зарядов лидера, сопровождающаяся ярким свечением и нарастанием тока до пиковых значений, варьирующихся от единиц до сотен килоампер. При этом происходит интенсивный разогрев канала (до десятков тысяч кельвин) и его ударное расширение, воспринимаемое на слух как раскат грома. Ток главной стадии состоит из одного или нескольких последовательных импульсов, наложенных на непрерывную составляющую. Большинство импульсов тока имеет отрицательную полярность. Первый импульс при общей длительности в несколько сотен микросекунд имеет длину фронта от 3 до 20 мкс; пиковое значение тока (амплитуда) варьируется в широких пределах: в 50% случаев (средний ток) превышает 30 кА, а в 1–2% случаев 100 кА. Примерно в 70% нисходящих отрицательных молний за первым импульсом наблюдаются последующие с меньшими амплитудами и длиной фронта: средние значения соответственно

12 кА и 0,6 мкс. При этом крутизна (скорость нарастания) тока на фронте последующих импульсов выше, чем для первого импульса.

Ток непрерывной составляющей нисходящей молнии варьируется от единиц до сотен ампер и существует на протяжении всей вспышки, продолжаясь в среднем 0,2 с, а в редких случаях 1–1,5 с.

Заряд, переносимый в течение всей вспышки молнии, колеблется от единиц до сотен кулон, из которых на долю отдельных импульсов приходится 5–15 Кл, а на непрерывную составляющую 10–20 Кл.

Нисходящие молнии с положительными импульсами тока наблюдаются примерно в 10% случаев. Часть из них имеет форму, аналогичную форме отрицательных импульсов. Кроме того, зарегистрированы положительные импульсы с существенно большими параметрами: длительностью около 1000 мкс, длиной фронта около 100 мкс и переносимым зарядом в среднем 35 Кл. Для них характерны вариации амплитуд тока в очень широких пределах: при среднем токе 35 кА в 1–2% случаев возможно появление амплитуд свыше 500 кА.

Восходящая молния развивается следующим образом. После того, как восходящий лидер достиг грозового облака, начинается процесс разряда, сопровождающийся примерно в 80% случаев токами отрицательной полярности. Наблюдаются токи двух типов: первый – непрерывный безимпульсный до нескольких сотен ампер и длительностью в десятые доли секунды, переносящий заряд 2–20 Кл; второй характеризуется наложением на длительную безимпульсную составляющую коротких импульсов, амплитуда которых в среднем составляет 10–12 кА и лишь в 5% случаев превышает 30 кА, а переносимый заряд достигает 40 Кл. Эти импульсы сходны с последующими импульсами главной стадии нисходящей отрицательной молнии.

Об интенсивности грозовой деятельности в различных географических пунктах можно судить по данным разветвленной сети метеорологических станций о повторяемости и продолжительности гроз, регистрируемых в днях и часах за год по слышимому грому в начале и конце грозы. Однако более важной и информативной характеристикой для оценки возможного числа поражений объектов молнией является *плотность ударов нисходящих молний* на единицу земной поверхности.

Плотность ударов молнии в землю сильно колеблется по регионам земного шара и зависит от геологических, климатических и других факторов. В целом по территории земного шара плотность ударов молнии варьируется практически от нуля в приполярных областях до 20–30 разрядов на 1 км² земли за год во влажных тропических зонах.

4.7.2. Опасные воздействия молнии. Воздействия молнии принято подразделять на две основные группы: *первичные*, вызванные прямым ударом молнии, и *вторичные*, индуцированные близкими ее разрядами или занесенные в объект протяженными металлическими коммуникациями.

Прямой удар молнии (поражение молнией) – непосредственный контакт канала молнии со зданием или сооружением, сопровождающийся протеканием через него тока молнии.

Вторичное проявление молнии – наведение потенциалов на металлических элементах конструкции, оборудования, в незамкнутых металлических контурах, вызванное близкими разрядами молнии и создающее опасность искрения внутри защищаемого объекта.

Опасность прямого удара и вторичных воздействий молнии для зданий и сооружений и находящихся в них людей или животных определяется, с одной стороны, параметрами разряда молнии, а с другой – технологическими и конструктивными характеристиками объекта (наличием взрыво- или пожароопасных зон, огнестойкостью строительных конструкций, видом вводимых коммуникаций, их расположением внутри объекта и т. д.).

Прямой удар молнии вызывает следующие воздействия на объект:

- *электрические*, связанные с поражением людей или животных электрическим током и появлением перенапряжения на пораженных элементах. Перенапряжение пропорционально амплитуде и крутизне тока молнии, индуктивности конструкций и сопротивлению заземлителей, по которым ток молнии отводится в землю. Даже при выполнении молниезащиты прямые удары молнии с большими токами и крутизной могут привести к перенапряжениям в несколько мегавольт. При отсутствии молниезащиты пути растекания тока молнии неконтролируемы и ее удар может создать опасность поражения током, опасные напряжения шага и прикосновения, перекрытия на другие объекты;

- *термические*, связанные с резким выделением теплоты при прямом контакте канала молнии с содержимым объекта и при протекании через объект тока молнии. Выделяемая в канале молнии энергия определяется переносимым зарядом, длительностью вспышки и амплитудой тока молнии; в 95% случаев разрядов молнии эта энергия (в расчете на сопротивление 1 Ом) превышает 5,5 Дж, она на два-три порядка превышает минимальную энергию воспламенения большинства газо-, паро- и пылевоздушных смесей, используемых в промышленности. Следовательно, в таких средах контакт с каналом молнии всегда создает опасность воспламенения (а в некоторых случаях взрыва), то же относится

к случаям проплавления каналом молнии корпусов взрывоопасных наружных установок. При протекании тока молнии по тонким проводникам создается опасность их расплавления и разрыва;

- *механические*, обусловленные ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии. Это воздействие может быть причиной, например, сплющивания тонких металлических трубок. Контакт с каналом молнии может вызвать резкое паро- или газообразование в некоторых материалах с последующим механическим разрушением, например, расщеплением древесины или образованием трещин в бетоне.

Вторичные проявления молнии связаны с действием на объект электромагнитного поля близких разрядов. Обычно это поле рассматривают в виде двух составляющих: первая обусловлена перемещением зарядов в лидере и канале молнии, вторая – изменением тока молнии во времени. Эти составляющие иногда называют электростатической и электромагнитной индукцией.

Электростатическая индукция проявляется в виде перенапряжения, возникающего на металлических конструкциях объекта и зависящего от тока молнии, расстояния до места удара и сопротивления заземлителя. При отсутствии надлежащего заземлителя перенапряжение может достигать сотен киловольт и создавать опасность поражения людей и перекрытий между разными частями объекта.

Электромагнитная индукция связана с образованием в металлических контурах ЭДС, пропорциональной крутизне тока молнии и площади, охватываемой контуром. Протяженные коммуникации в современных производственных зданиях могут образовывать охватывающие большую площадь контуры, в которых возможно наведение ЭДС в несколько десятков киловольт. В местах сближения протяженных металлических конструкций, в разрывах незамкнутых контуров создается опасность перекрытий и искрений с возможным рассеянием энергии около десятых долей джоуля.

Еще одним видом опасного воздействия молнии является *занос высокого потенциала* по вводимым в объект коммуникациям (проводам воздушных линий электропередачи, кабелям, трубопроводам). Он представляет собой перенапряжение, возникающее на коммуникации при прямых и близких ударах молнии и распространяющееся в виде набегающей на объект волны. Опасность создается за счет возможных перекрытий с коммуникации на заземленные части объекта. Подземные коммуникации также представляют опасность, так как могут принять на себя часть растекающихся в земле токов молнии и занести их в объект.

4.7.3. Классификация защищаемых объектов. Тяжесть последствий удара молнии зависит прежде всего от взрыво- или пожароопасности здания или сооружения при термических воздействиях молнии, а также искрениях и перекрытиях, вызванных другими видами воздействий.

При разнообразии технологических условий предъявлять одинаковые требования к молниезащите всех объектов означало бы или вкладывать в ее выполнение чрезмерные запасы, или мириться с неизбежностью значительных ущербов, вызванных молнией. Поэтому в РД 34.21.122–87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» принят дифференцированный подход к выполнению молниезащиты различных объектов, в связи с чем здания и сооружения разделены на три категории, отличающиеся по тяжести возможных последствий поражения молнией.

К *I категории* отнесены производственные помещения, в которых при нормальных технологических режимах могут находиться и образовываться взрывоопасные концентрации газов, паров, пылей, волокон. Любое поражение молнией, вызывая взрыв, создает повышенную опасность разрушений и жертв не только для данного объекта, но и для близрасположенных.

Во *II категорию* попадают производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы. Для этих объектов удар молнии создает опасность взрыва только при совпадении с технологической аварией или срабатыванием дыхательных или аварийных клапанов на наружных установках. Вероятность совпадения этих событий достаточно мала.

К *III категории* отнесены объекты, последствия поражения которых связаны с меньшим материальным ущербом, чем при взрывоопасной среде. Сюда входят здания и сооружения с пожароопасными помещениями или строительными конструкциями низкой огнестойкости, причем для них требования к молниезащите ужесточаются с увеличением вероятности поражения объекта (ожидаемого количества поражений молнией). Кроме того, к III категории отнесены объекты, поражение которых представляет опасность электрического воздействия на людей.

4.7.4. Средства и способы молниезащиты. *Молниезащита* представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных

последствий, связанных с прямым ударом; к этому комплексу относятся также средства защиты, предохраняющие объект от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

Средством защиты от прямых ударов молнии служит *молниеотвод* – устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю. Молниеотводы разделяются на *отдельно стоящие*, обеспечивающие растекание тока молнии минуя объект, и *установленные на самом объекте*. При этом растекание тока происходит по контролируемым путям так, что обеспечивается низкая вероятность поражения людей (животных), взрыва или пожара.

Установка отдельно стоящих молниеотводов исключает возможность термического воздействия на объект при поражении молниеотвода; для объектов с постоянной взрывоопасностью, отнесенных к I категории, принят этот способ защиты, обеспечивающий минимальное количество опасных воздействий при грозе. Для объектов II и III категорий, характеризующихся меньшим риском взрыва или пожара, в равной мере допустимо использование отдельно стоящих молниеотводов и установленных на защищаемом объекте.

Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя. Однако на практике они могут образовывать единую конструкцию, например металлическая мачта или ферма здания представляет собой молниеприемник, опору и токоотвод одновременно.

По типу молниеприемника молниеотводы разделяются на *стержневые* (вертикальные), *тросовые* (горизонтальные протяженные) и *сетки*, состоящие из продольных и поперечных горизонтальных электродов, соединенных в местах пересечений. Стержневые и тросовые молниеотводы могут быть как отдельно стоящие, так и установленные на объекте; молниеприемные сетки укладываются на неметаллическую кровлю защищаемых зданий и сооружений. Однако укладка сеток рациональна лишь на зданиях с горизонтальными крышами, где равновероятно поражение молнией любого их участка.

При выборе средств защиты от прямых ударов молнии, типов молниеотводов необходимо учитывать экономические соображения, технологические и конструктивные особенности объектов. Во всех возможных случаях близрасположенные высокие сооружения необходимо использовать как отдельно стоящие молниеотводы, а конструктивные элементы зданий и сооружений, например, металлическую

кровлю, фермы, металлические и железобетонные колонны и фундаменты, – как молниеприемники, токоотводы и заземлители.

Защита от термических воздействий прямого удара молнии осуществляется путем надлежащего выбора сечений молниеприемников и токоотводов, толщины корпусов наружных установок, расплавление и проплавление которых не может произойти.

Защита от механических разрушений различных строительных конструкций при прямых ударах молнии осуществляется: бетона – армированием и обеспечением надежных контактов в местах соединения с арматурой; неметаллических выступающих частей и покрытий зданий – применением материалов, не содержащих влаги или газогенерирующих веществ.

Защита от перекрытий на защищаемый объект при поражении отдельно стоящих молниеотводов достигается надлежащим выбором конструкций заземлителей и изоляционных расстояний между молниеотводом и объектом. Защита от перекрытий внутри здания при протекании по нему тока молнии обеспечивается надлежащим выбором количества токоотводов, проложенных к заземлителям кратчайшими путями.

Защита от напряжений прикосновения и шага обеспечивается путем прокладки токоотводов в малодоступных для людей местах и равномерного размещения заземлителей по территории объекта.

Защита от вторичных воздействий молнии обеспечивается следующими мероприятиями. От электростатической индукции и заноса высокого потенциала – ограничением перенапряжений, наведенных на оборудовании, металлических конструкциях и вводимых коммуникациях путем их присоединения к заземлителям определенных конструкций; от электромагнитной индукции – ограничением площади незамкнутых контуров внутри зданий путем наложения перемычек в местах сближения металлических коммуникаций. Для исключения искрения в местах соединений протяженных металлических коммуникаций обеспечиваются низкие переходные сопротивления – не более 0,03 Ом, например, во фланцевых соединениях трубопроводов этому требованию соответствует затяжка шести болтов на каждый фланец.

В соответствии с назначением зданий и сооружений необходимость выполнения молниезащиты и ее категория, а при использовании стержневых и тросовых молниеотводов – тип зоны защиты определяются по табл. 4.22 в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз в месте нахождения здания или сооружения, а также от ожидаемого количества поражений его молнией в год.

Тип зоны защиты и категория устройств молниезащиты

Здания и сооружения	Местоположение	Тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов	Категория молниезащиты
1	2	3	4
Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов В-I и В-II	На всей территории	Зона А	I
То же классов В-Iа, В-Iб, В-IIа	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более	При ожидаемом количестве поражений молнией в год здания или сооружения $N > 1$ – зона А; $N \leq 1$ – зона Б	II
Наружные установки, создающие согласно ПУЭ зону класса В-Iг	На всей территории	Зона Б	II
Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-I, П-II, П-IIа	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более	Для зданий и сооружений I и II степеней огнестойкости при $0,1 < N \leq 2$ и для III–V степеней огнестойкости при $0,02 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
Расположенные в сельской местности небольшие строения III–V степеней огнестойкости, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-I, П-II, П-IIа	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более при $N < 0,02$	–	III
Наружные установки и открытые склады, создающие согласно ПУЭ зону классов П-III	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более	При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
Здания и сооружения III, IIIа, IIIб, IV, V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	То же	При $0,1 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III

1	2	3	4
Здания и сооружения из легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем (IVa степени огнестойкости), в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более	При $0,02 < N \leq 2$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
Небольшие строения III–V степеней огнестойкости, расположенные в сельской местности, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более для III, IIIa, IIIб, IV, V степеней огнестойкости при $N < 0,1$, для IVa степени огнестойкости при $N < 0,02$	–	III
Дымовые и прочие трубы предприятий и котельных, башни и вышки всех назначений высотой 15 м и более	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более	–	III

Зона защиты молниеотвода – пространство, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с надежностью не ниже определенного значения. Наименьшей и постоянной надежностью обладает поверхность зоны защиты; в глубине зоны защиты надежность выше, чем на ее поверхности. Зона защиты типа А обладает надежностью 99,5% и выше, а типа Б – 95% и выше.

Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к I и II категориям, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных ее проявлений и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) и подземные металлические коммуникации.

Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) металлические коммуникации. Наружные установки, отнесенные по устройству

молниезащиты ко II категории, должны быть защищены от прямых ударов и вторичных проявлений молнии.

Наружные установки, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии.

Внутри зданий большой площади (шириной более 100 м) необходимо выполнять мероприятия по выравниванию потенциалов.

4.7.4.1. Молниезащита I категории. Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к I категории, должна выполняться отдельно стоящими стержневыми (рис. 4.3, а) или тросовыми (рис. 4.3, б) молниеотводами.

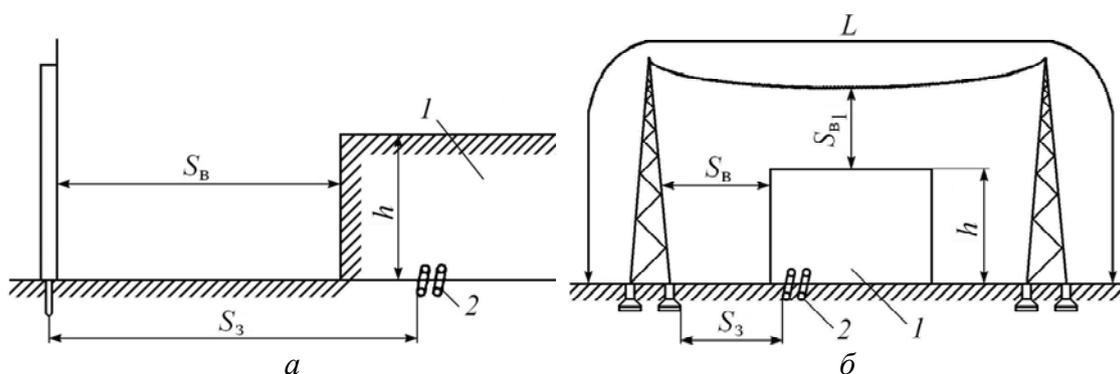


Рис. 4.3. Отдельно стоящий стержневой (а) и тросовый (б) молниеотвод:
1 – защищаемый объект; 2 – металлические коммуникации

Указанные молниеотводы должны обеспечивать зону защиты типа А. При этом обеспечивается удаление элементов молниеотводов от защищаемого объекта и подземных металлических коммуникаций.

Для отдельно стоящих молниеотводов приемлемыми являются следующие конструкции заземлителей (табл. 4.23):

а) один (и более) железобетонный подножник длиной не менее 2 м или одна (и более) железобетонная свая длиной не менее 5 м;

б) одна (и более) заглубленная в землю не менее чем на 5 м стойка железобетонной опоры диаметром не менее 0,25 м;

в) железобетонный фундамент произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 10 м^2 ;

г) искусственный заземлитель, состоящий из трех и более вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом, при расстоянии между вертикальными электродами не менее 5 м. Минимальные сечения (диаметры) электродов определяются по табл. 4.24.

Таблица 4.23

Конструкции заземлителей молниезащиты

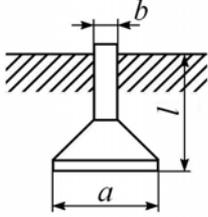
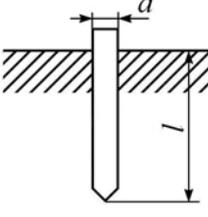
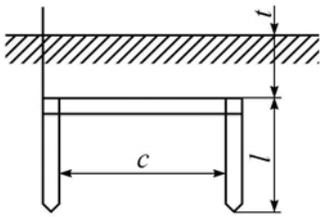
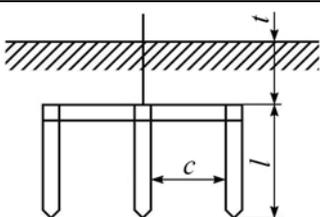
Заземлитель	Эскиз	Размеры, м
Железобетонный подножник		$a \geq 1,8$ $b \geq 0,4$ $l \geq 2,2$
Железобетонная свая		$d = 0,25-0,4$ $l \geq 5$
Стальной двухстержневой: полоса размером 40×4 мм стержни диаметром $d = 10-20$ мм		$t \geq 0,5$ $l = 3-5$ $c = 3-5$
Стальной трехстержневой: полоса размером 40×4 мм стержни диаметром $d = 10-20$ мм		$t \geq 0,5$ $l = 3-5$ $c = 5-6$

Таблица 4.24

Минимальные сечения (диаметры) электродов

Форма токоотвода и заземлителя	Сечение (диаметр) токоотвода и заземлителя, проложенных	
	снаружи зда- ния на воздухе	в земле
Круглые токоотводы и перемычки диаметром, мм	6	–
Круглые вертикальные электроды диаметром, мм	–	10
Круглые горизонтальные* электроды диаметром, мм	–	10
Прямоугольные электроды: сечением, мм ² толщиной, мм	48	160
	4	4

* Только для выравнивания потенциалов внутри зданий и для прокладки наружных контуров на дне котлована по периметру здания.

Наименьшее допустимое расстояние S_b по воздуху от защищаемого объекта до опоры (токоотвода) стержневого или тросового молниеотвода (см. рис. 4.3) определяется в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного электрического сопротивления грунта ρ , Ом·м.

Для зданий и сооружений высотой не более 30 м наименьшее допустимое расстояние S_b , м, равно: при $\rho < 100$ Ом·м для заземлителя любой конструкции $S_b = 3$ м; при $100 < \rho \leq 1000$ Ом·м: для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного подножника или заглубленной стойки железобетонной опоры, $S_b = 3 + 10^{-2} (\rho - 100)$; для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай либо подножников, расположенных в углах прямоугольника на расстоянии 3–8 м один от другого, или железобетонного фундамента произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 70 м^2 , или искусственных заземлителей $S_b = 4$ м.

Для зданий и сооружений большей высоты определенное выше значение S_b должно быть увеличено на 1 м в расчете на каждые 10 м высоты объекта сверх 30 м.

Наименьшее допустимое расстояние S_{b1} от защищаемого объекта до троса в середине пролета (рис. 4.3, б) определяется в зависимости от конструкции заземлителя, эквивалентного удельного сопротивления грунта ρ , Ом·м, и суммарной длины l молниеприемников и токоотводов.

При длине $l < 200$ м наименьшее допустимое расстояние S_{b1} , м, равно: при $\rho < 100$ Ом·м для заземлителя любой конструкции $S_{b1} = 3,5$ м; при $100 < \rho \leq 1000$ Ом·м: для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного подножника или заглубленной стойки железобетонной опоры, $S_{b1} = 3,5 + 3 \cdot 10^{-3} (\rho - 100)$; для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай или подножников, расположенных на расстоянии 3–8 м один от другого, или искусственных заземлителей $S_{b1} = 4$ м.

При суммарной длине молниеприемников и токоотводов $l = 200$ –300 м наименьшее допустимое расстояние S_{b1} должно быть увеличено на 2 м по сравнению с определенными выше значениями.

Для исключения заноса высокого потенциала в защищаемое здание или сооружение по подземным металлическим коммуникациям (в том числе по электрическим кабелям любого назначения) заземлители защиты от прямых ударов молнии должны быть по возможности

удалены от этих коммуникаций на максимальные расстояния, допустимые по технологическим требованиям. Наименьшие допустимые расстояния S_3 , (см. рис. 4.3) в земле между заземлителями защиты от прямых ударов молнии и коммуникациями, вводимыми в здания и сооружения 1 категории, должны составлять $S_3 = S_B + 2$ (м).

При наличии на зданиях и сооружениях прямых газоотводных и дыхательных труб для свободного отвода в атмосферу газов, паров и взвесей взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное полусферой радиусом 5 м.

Для газоотводных и дыхательных труб, оборудованных колпаками или «гусаками», в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой H и радиусом R : для газов тяжелее воздуха при избыточном давлении внутри установки менее 5,05 кПа (0,05 атм) $H = 1$ м, $R = 2$ м; 5,05–25,25 кПа (0,05–0,25 атм) $H = 2,5$ м, $R = 5$ м; для газов легче воздуха при избыточном давлении внутри установки: до 25,25 кПа $H = 2,5$ м, $R = 5$ м; свыше 25,25 кПа $H = 5$ м, $R = 5$ м.

Для защиты от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия: металлические конструкции и корпуса всего оборудования и аппаратов, находящиеся в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок или к железобетонному фундаменту здания; внутри зданий и сооружений между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их взаимного сближения на расстояние менее 10 см через каждые 20 м следует приваривать или припаивать перемычки из стальной проволоки диаметром не менее 5 мм или стальной ленты сечением не менее 24 мм²; в соединениях элементов трубопроводов или других протяженных металлических предметов должны быть обеспечены переходные сопротивления не более 0,03 Ом на каждый контакт. При невозможности обеспечения контакта с указанным переходным сопротивлением с помощью болтовых соединений необходимо устройство стальных перемычек.

Защита от заноса высокого потенциала по подземным металлическим коммуникациям (трубопроводам, кабелям в наружных металлических оболочках или трубах) должна осуществляться путем их присоединения на вводе в здание или сооружение к арматуре его железобетонного фундамента, а при невозможности использования последнего в качестве заземлителя – к искусственному заземлителю.

Защита от заноса высокого потенциала по внешним наземным (надземным) металлическим коммуникациям должна осуществляться путем их заземления на вводе в здание или сооружение и на двух ближайших к этому вводу опорах коммуникации. В качестве заземлителей следует использовать железобетонные фундаменты здания или сооружения и каждой из опор, а при невозможности такого использования – искусственные заземлители.

4.7.4.2. Молниезащита II категории. Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений II категории с неметаллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими требуемую зону защиты. При установке молниеотводов на объекте от каждого стержневого молниеприемника или каждой стойки тросового молниеприемника должно быть обеспечено не менее двух токоотводов. При уклоне кровли не более 1 : 8 может быть использована также молниеприемная сетка.

Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Шаг ячеек сетки должен быть не более 6×6 м. Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы – оборудованы дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке.

Установка молниеприемников или наложение молниеприемной сетки не требуется для зданий и сооружений с металлическими фермами при условии, что в их кровлях используются несгораемые или трудносгораемые утеплители и гидроизоляция.

На зданиях и сооружениях с металлической кровлей в качестве молниеприемника должна использоваться сама кровля. При этом все выступающие неметаллические элементы должны быть оборудованы молниеприемниками, присоединенными к металлу кровли.

Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть проложены к заземлителям не реже чем через 25 м по периметру здания.

При прокладке молниеприемной сетки и установке молниеотводов на защищаемом объекте всюду, где это возможно, в качестве токоотводов следует использовать металлические конструкции зданий

и сооружений (колонны, фермы, рамы, пожарные лестницы и т. п., а также арматуру железобетонных конструкций) при условии обеспечения непрерывной электрической связи в соединениях конструкций и арматуры с молниеприемниками и заземлителями, выполняемых, как правило, сваркой.

Токоотводы, прокладываемые по наружным стенам зданий, следует располагать не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не доступных для прикосновения людей.

В качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии во всех возможных случаях следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности использования фундаментов предусматриваются искусственные заземлители:

- при наличии стержневых и тросовых молниеотводов каждый токоотвод присоединяется к заземлителю;

- при наличии молниеприемной сетки или металлической кровли по периметру здания или сооружения прокладывается наружный контур следующей конструкции:

- в грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением $\rho \leq 500$ Ом·м при площади здания более 250 м^2 выполняется контур из горизонтальных электродов, уложенных в земле на глубине не менее 0,5 м, а при площади здания менее 250 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2–3 м;

- в грунтах с удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000$ Ом·м при площади здания более 900 м^2 достаточно выполнить контур только из горизонтальных электродов, а при площади здания менее 900 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается не менее двух вертикальных или горизонтальных лучевых электродов длиной 2–3 м на расстоянии 3–5 м один от другого.

В зданиях большой площади наружный контур заземления может также использоваться для выравнивания потенциала внутри здания.

Во всех возможных случаях заземлитель защиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановок.

При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и в земле до защищаемого объекта и вводимых в него подземных коммуникаций не нормируется.

Наружные установки, содержащие горючие и сжиженные газы и легковоспламеняющиеся жидкости, следует защищать от прямых

ударов молнии следующим образом: корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими; металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары вместимостью менее 200 м³ независимо от толщины металла крыши, металлические кожухи теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

Если на наружных установках или в резервуарах (наземных или подземных), содержащих горючие газы или легковоспламеняющиеся жидкости, имеются газоотводные или дыхательные трубы, то они и пространство над ними должны быть защищены от прямых ударов молнии. Такое же пространство защищается над срезом горловины цистерн, в которые происходит открытый налив продукта на сливноналивной эстакаде. Защите от прямых ударов молнии подлежат также дыхательные клапаны и пространство над ними, ограниченное цилиндром высотой 2,5 м с радиусом 5 м.

Для наружных установок в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует по возможности использовать железобетонные фундаменты этих установок или опор отдельно стоящих молниеотводов либо выполнять искусственные заземлители, состоящие из одного вертикального или горизонтального электрода длиной не менее 5 м. К этим заземлителям, размещенным не реже чем через 50 м по периметру основания установки, должны быть присоединены корпуса наружных установок или токоотводы установленных на них молниеотводов, число присоединений – не менее двух.

Для защиты зданий и сооружений от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия: металлические корпуса всего оборудования и аппаратов, установленных в защищаемом здании (сооружении), должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок или к железобетонному фундаменту здания; внутри здания между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их сближения на расстояние менее 10 см через каждые 30 м должны быть выполнены перемычки; во фланцевых соединениях трубопроводов внутри здания следует обеспечить нормальную затяжку не менее четырех болтов на каждый фланец.

Для защиты наружных установок от вторичных проявлений молнии металлические корпуса установленных на них аппаратов должны

быть присоединены к заземляющему устройству электрооборудования или к заземлителю защиты от прямых ударов молнии.

Защита от заноса высокого потенциала по подземным коммуникациям осуществляется путем присоединения их на вводе в здание или сооружение к заземлителю электроустановок.

Защита от заноса высокого потенциала по внешним наземным (надземным) коммуникациям выполняется путем их присоединения на вводе в здание или сооружение к заземлителю электроустановок или защиты от прямых ударов молнии, а на ближайшей к вводу опоре коммуникации – к ее железобетонному фундаменту. При невозможности использования фундамента должен быть установлен искусственный заземлитель, состоящий из одного вертикального или горизонтального электрода длиной не менее 5 м.

4.7.4.3. Молниезащита III категории. Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к III категории, должна выполняться одним из способов, указанных в молниезащите II категории. При этом в случае использования молниеприемной сетки шаг ее ячеек должен быть не более 12×12 м.

Во всех возможных случаях в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности их использования выполняют искусственные заземлители: каждый токоотвод от стержневых и тросовых молниеприемников должен быть присоединен к заземлителю, состоящему минимум из двух вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом длиной не менее 5 м; при использовании в качестве молниеприемников сетки или металлической кровли по периметру здания в земле на глубине не менее 0,5 м должен быть проложен наружный контур, состоящий из горизонтальных электродов. В грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ и при площади здания менее 900 м^2 к этому контуру в местах присоединения токоотводов следует приваривать по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2–3 м.

В зданиях большой площади (шириной более 100 м) наружный контур заземления может также использоваться для выравнивания потенциалов внутри здания. Во всех возможных случаях заземлитель защиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановки.

Молниезащита наружных установок, содержащих горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61°C , должна быть выполнена следующим образом: корпуса установок из железобетона, а также металлические корпуса установок и резервуаров при толщине крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом сооружении или отдельно стоящими; металлические корпуса установок и резервуаров при толщине крыши 4 мм и более следует присоединять к заземлителю.

Для защиты от заноса высокого потенциала по внешним наземным (надземным) металлическим коммуникациям их необходимо на вводе в здание или сооружение присоединить к заземлителю электроустановок или защиты от прямых ударов молний.

4.7.5. Зоны защиты молниеотводов. Размер зоны защиты зависит от вида и количества молниеотводов.

1. Одиночный стержневой молниеотвод

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис. 4.4), вершина которого находится на высоте $h_0 < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x .

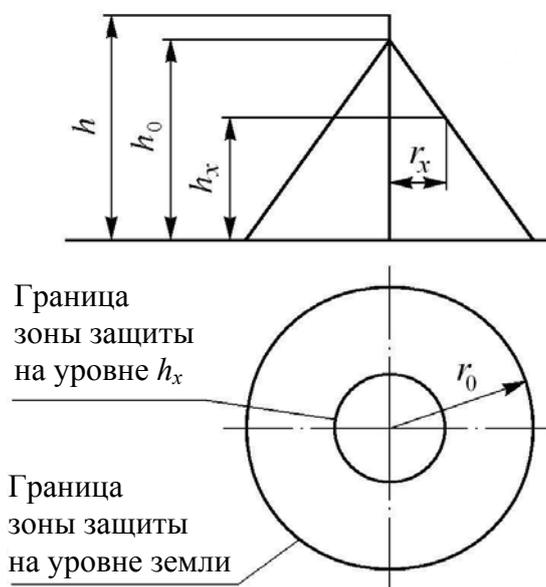


Рис. 4.4. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода:
 h – высота молниеотвода; h_0 – высота зоны защиты;
 h_x – высота защищаемого здания; r_0 – граница зоны защиты на уровне земли; r_x – радиус зоны защиты на высоте h_x

1.1. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $h \leq 150$ м имеют следующие габаритные размеры:

– зона А:

$$h_0 = 0,85h; r_0 = (1,1 - 0,002h)h; r_x = (1,1 - 0,002h) \cdot (h - h_x / 0,85); \quad (4.4)$$

– зона Б:

$$h_0 = 0,92h; r_0 = 1,5h; r_x = 1,5(h - h_x / 0,92). \quad (4.5)$$

Для зоны Б высота одиночного стержневого молниеотвода при известных значениях h_x и r_x может быть определена по формуле

$$h = (r_x + 1,63h_x) / 1,5. \quad (4.6)$$

1.2. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $150 < h < 600$ м имеют следующие габаритные размеры:

– зона А:

$$h_0 = [0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h; r_0 = [0,8 - 1,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h;$$

$$r_x = [0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h \left\{ 1 - \frac{h_x}{[0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h} \right\}; \quad (4.7)$$

– зона Б:

$$h_0 = [0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h; r_0 = 225 \text{ м};$$

$$r_x = 225 - \frac{225h_x}{[0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h}. \quad (4.8)$$

2. Двойной стержневой молниеотвод

2.1. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой $h \leq 150$ м представлена на рис. 4.5. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов, габаритные размеры которых h_0 , r_0 , r_{x1} , r_{x2} определяются по формулам (4.4–4.5) для обоих типов зон защиты.

Внутренние области зон защиты двойного стержневого молниеотвода имеют следующие габаритные размеры:

– зона А:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h)(L - h); r_c = r_0; r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c; \quad (4.9)$$

при $2h < L \leq 4h$

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h)(L - h); r_c = r_0 \left[1 - \frac{0,2(L - 2h)}{h} \right];$$

$$r_{cx} = r_c(h_c - h_x) / h_c. \quad (4.10)$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L > 4h$ для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные:

– зона Б:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0; r_c = r_0; r_{cx} = r_x; \quad (4.11)$$

при $h < L \leq 6h$

$$h_c = h_0 - 0,14(L - h); r_c = r_0; r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c. \quad (4.12)$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L > 6h$ для построения зоны Б молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

При известных значениях h_c и L (при $r_{cx} = 0$) высота молниеотвода для зоны Б определяется по формуле

$$h = (h_c + 0,14L) / 1,06. \quad (4.13)$$

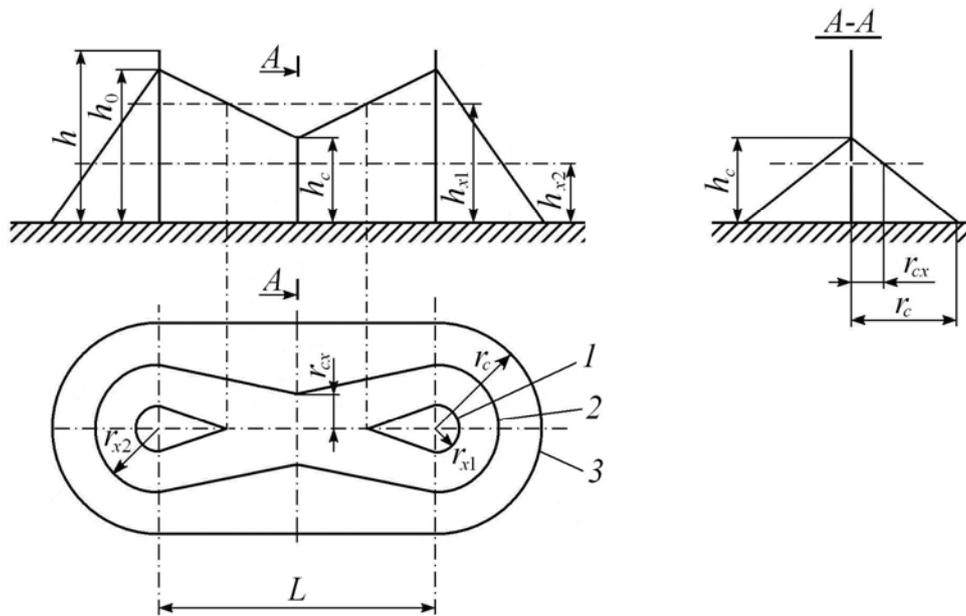


Рис. 4.5. Схема зоны защиты

двойного стержневого молниеотвода одинаковой высоты:

1–3 – границы зоны защиты на уровне h_{x1} , h_{x2} , земли; h – высота молниеотвода; h_0 – высота зоны защиты; L – расстояние между молниеотводами; r_c – радиус зоны защиты на поверхности земли; h_c – высота зоны защиты на середине расстояния между молниеотводами

2.2. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты h_1 , и $h_2 \leq 150$ м приведена на рис. 4.6. Габаритные размеры торцевых

областей зон защиты $h_{01}, h_{02}, r_{01}, r_{02}, r_{x1}, r_{x2}$ определяются по формулам (4.4–4.5), как для зон защиты обоих типов одиночного стержневого молниеотвода. Габаритные размеры внутренней области зоны защиты определяются по формулам

$$h_c = (h_{c1} + h_{c2})/2; r_c = (r_{01} + r_{02})/2; r_{cx} = r_c(h_c - h_x)/h_c, \quad (4.14)$$

где значения h_{c1} и h_{c2} вычисляются по формулам (4.9–4.12) для h_c .

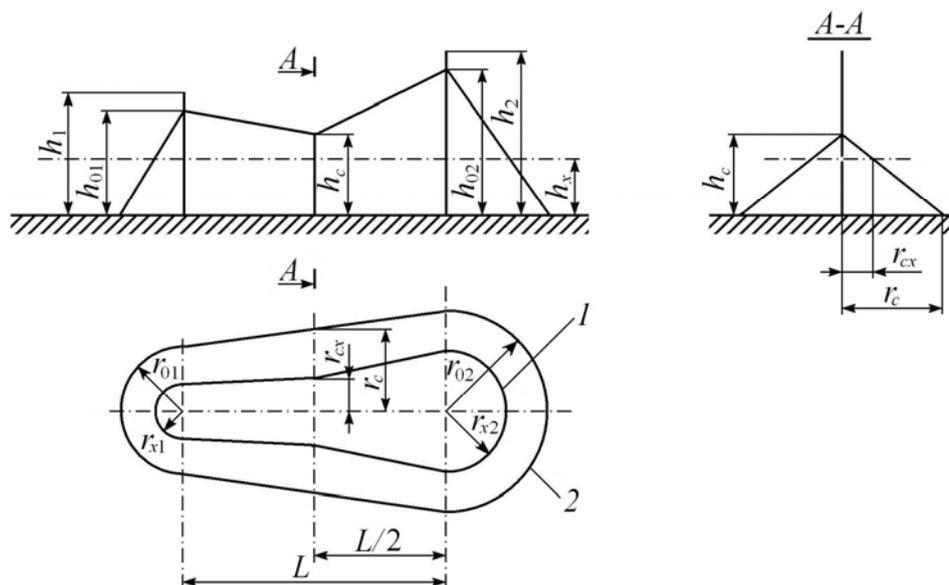


Рис. 4.6. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты:

1–2 – граница зоны защиты на уровне h_x и на уровне земли;
 h_1 и h_2 – высота молниеотводов; h_{01} и h_{02} – высота зоны защиты молниеотводов;
 L – расстояние между молниеотводами; r_c – радиус зоны защиты на поверхности земли; h_c – высота зоны защиты на середине расстояния между молниеотводами

Для двух молниеотводов разной высоты построение зоны А двойного стержневого молниеотвода выполняется при $L \leq 4h_{\min}$, а зоны Б – при $L \leq 6h_{\min}$. При соответствующих больших расстояниях между молниеотводами они рассматриваются как одиночные.

3. Многократный стержневой молниеотвод

Зона защиты многократного стержневого молниеотвода (рис. 4.7) определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов высотой $h \leq 150$ м.

Основным условием защищенности одного или нескольких объектов высотой h_x с надежностью, соответствующей надежности зоны А и зоны Б, является выполнение неравенства $r_{cx} > 0$ для всех попарно взятых молниеотводов. В противном случае построение зон защиты должно быть выполнено для одиночных или двойных стержневых молниеотводов.

4. Одиночный тросовый молниеотвод

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой $h \leq 150$ м приведена на рис. 4.8, где h – высота троса в середине пролета. С учетом стрелы провеса троса сечением $35\text{--}50 \text{ мм}^2$ при известной высоте опор $h_{\text{оп}}$ и длине пролета a высота троса (в метрах) определяется: $h = h_{\text{оп}} - 2$ при $a < 120$ м; $h = h_{\text{оп}} - 3$ при $120 < a < 150$ м.

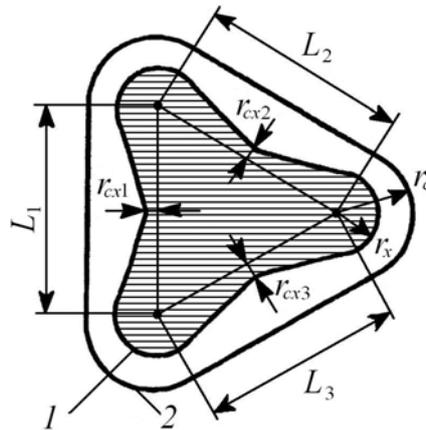


Рис. 4.7. Зона защиты (в плане) многократного стержневого молниеотвода:

1–2 – граница зоны защиты на уровне h_x и на уровне земли;

L_1, L_2 и L_3 – расстояния между молниеотводами;

r_c – радиус зоны защиты на поверхности земли;

r_x – радиус зоны защиты на уровне h_x

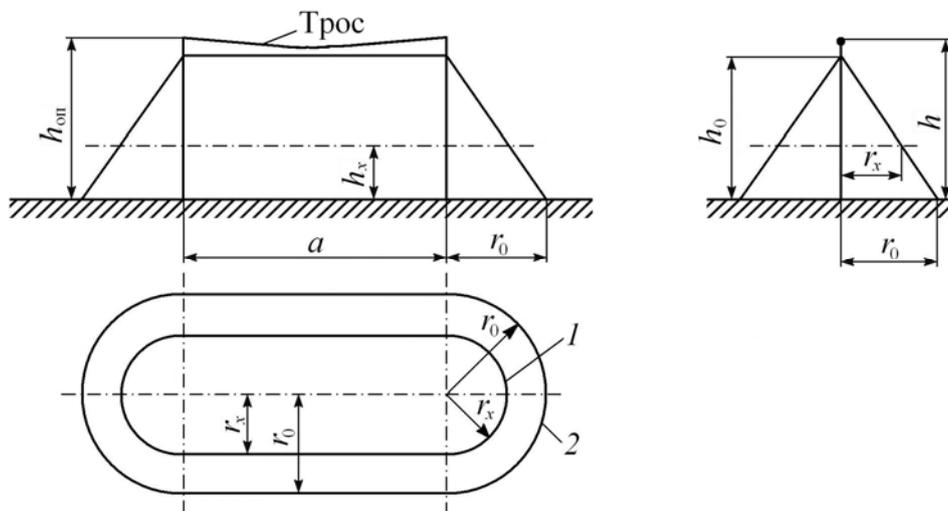


Рис. 4.8. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода:

1–2 – граница зоны защиты на уровне h_x и на уровне земли;

$h_{\text{оп}}$ – высота опоры троса; h_0 – высота зоны защиты;

a – расстояние между опорами; r_0 – радиус зоны защиты на поверхности земли;

r_x – радиус зоны защиты на уровне h_x ; h – высота троса в середине пролета

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода имеют следующие габаритные размеры:

– зона А:

$$\begin{aligned} h_0 &= 0,85h; \quad r_0 = (1,35 - 0,0025h)h; \\ r_x &= (1,35 - 0,0025h)(h - h_x / 0,85); \end{aligned} \quad (4.15)$$

– зона Б:

$$h_0 = 0,92h; \quad r_0 = 1,7h; \quad r_x = 1,7(h - h_x / 0,92). \quad (4.16)$$

Для зоны типа Б высота одиночного тросового молниеотвода при известных значениях h_x и r_x определяется по формуле

$$h = (r_x + 1,85h_x) / 1,7. \quad (4.17)$$

5. Двойной тросовый молниеотвод

5.1. Зона защиты двойного тросового молниеотвода высотой $h \leq 150$ м приведена на рис. 4.9. Размеры r_0 , h_0 , r_x для зон защиты А и Б определяются по соответствующим формулам (4.15–4.16).

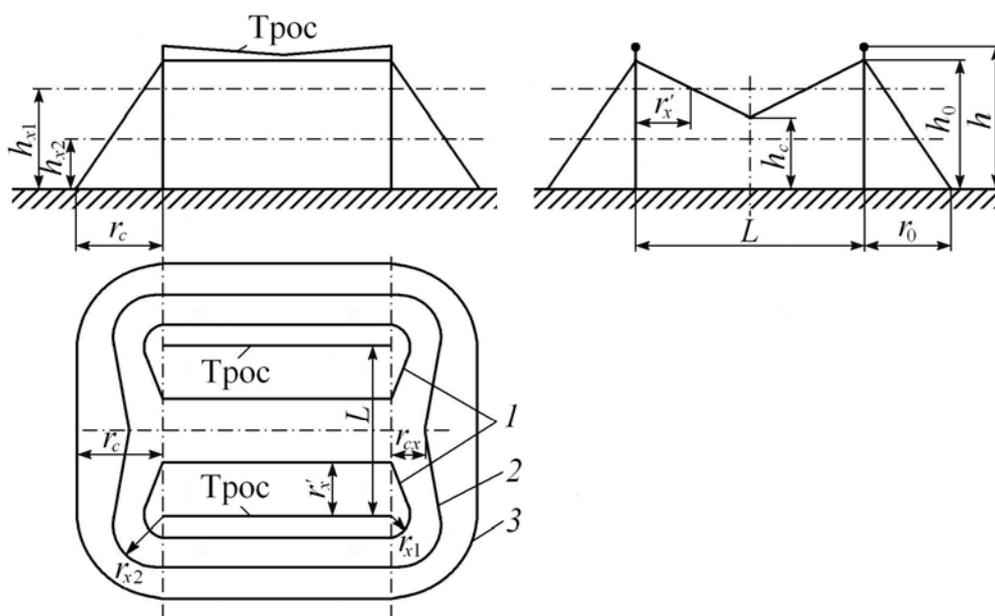


Рис. 4.9. Зона защиты двойного тросового молниеотвода:
 1–3 – граница зоны защиты на уровне h_{x1} , h_{x2} и на уровне земли;
 h – высота троса в середине пролета; h_0 – высота зоны защиты;
 L – расстояние между тросами; r_0 , r_{x1} , r_{x2} – радиус зоны защиты на поверхности земли, на уровне h_{x1} , h_{x2} ; h_c – высота зоны защиты на середине расстояния между молниеотводами

Остальные размеры зон определяются следующим образом:

– зона А:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0; r_c = r_0; r_{cx} = r_x; \quad (4.18)$$

при $h < L \leq 2h$

$$h_c = h_0 - (0,14 - 5 \cdot 10^{-4} h)(L - h); r'_x = \frac{L h_0 - h_x}{2 h_0 - h_c};$$

$$r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c; r_c = r_0; \quad (4.19)$$

при $2h < L \leq 4h$

$$h_c = h_0 - (0,14 - 5 \cdot 10^{-4} h)(L - h); r'_x = \frac{L h_0 - h_x}{2 h_0 - h_c};$$

$$r_{cx} = r_c(h_c - h_x) / h_c; r_c = r_0 \left[1 - \frac{0,2(L - 2h)}{h} \right]. \quad (4.20)$$

При расстоянии между тросовыми молниеотводами $L > 4h$ для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные:

– зона Б:

при $L \leq h$

$$h_c = h_0; r_c = r_0; r_{cx} = r_x; \quad (4.21)$$

при $h < L \leq 6h$

$$h_c = h_0 - 0,12(L - h); r'_x = \frac{L h_0 - h_x}{2 h_0 - h_c}; r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c; r_c = r_0. \quad (4.22)$$

При расстоянии между тросовыми молниеотводами $L > 6h$ для построения зоны Б молниеотводы следует рассматривать как одиночные. При известных значениях h_c и L (при $r_{cx} = 0$) высота тросового молниеотвода для зоны Б определяется по формуле

$$h = (h_c + 0,12L) / 1,06. \quad (4.23)$$

5.2. Зона защиты двух тросов разной высоты h_1 и h_2 приведена на рис. 4.10. Значения r_{01} , r_{02} , h_{01} , h_{02} , r_{x1} , r_{x2} определяются по формулам (4.15–4.17), как для одиночного тросового молниеотвода. Для определения размеров r_c и h_c используются формулы

$$r_c = (r_{01} + r_{02})/2; h_c = (h_{c1} - h_{c2})/2, \quad (4.24)$$

где h_{c1} и h_{c2} вычисляются по формулам (4.18–4.22) для h_c .

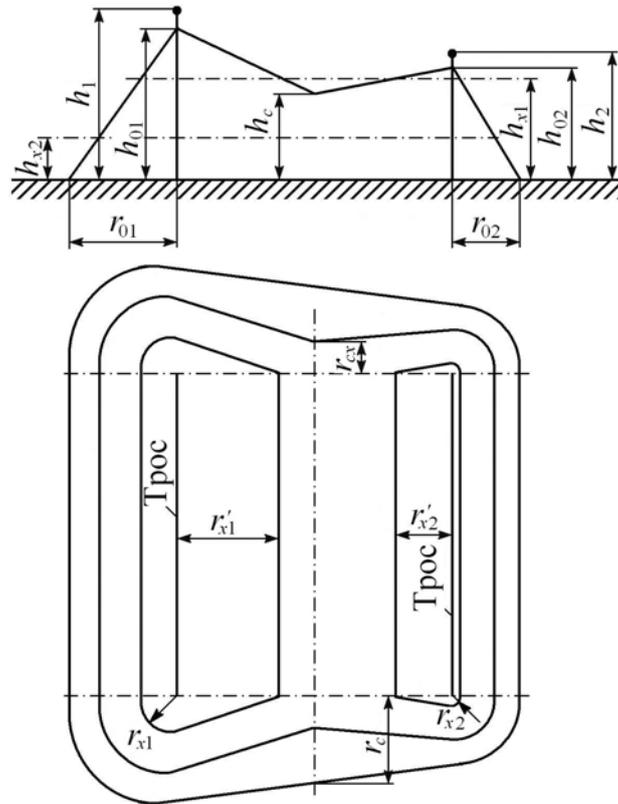


Рис. 4.10. Зона защиты двух тросовых молниеотводов разной высоты:
 h_1 и h_2 – высота троса в середине пролета; h_{01} и h_{02} – высота зоны защиты;
 r_{01} и r_{02} , r_{x1} , r_{x2} – радиус зоны защиты на поверхности земли, на уровне h_{x1} , h_{x2}

Далее по формулам (4.15–4.17) вычисляются r'_{x1} , r'_{x2} , r'_{cx} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). – Минск: Амалфея, 2005. – 48 с.
2. Трудовой кодекс Республики Беларусь с обзором изменений, внесенных Законами Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 273-З, 6 января 2009 г. № 6-З: принят Палатой представителей 8 июня 1999 г.: одобр. Советом Республики 30 июня 1999 г.: текст Кодекса по состоянию на 6 июня 2009 г. / авт. обзора К. И. Кеник. – Минск: Амалфея, 2009. – 288 с.
3. Закон «Об охране труда» и документы, принятые в целях его реализации / Библиотека журнала «Ахова працы»; гл. ред. В. Крылов. – 2009. – № 2 (111). – Минск, 2009. – 128 с.
4. Концепция государственного управления охраной труда в Республике Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 16 августа 2005 г., № 904 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 129. – 5/16410.
5. Челноков, А. А. Охрана труда: учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Выш. шк., 2009. – 463 с.
6. Лазаренков, А. М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В. П. Бубнов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 655 с.
7. Охрана труда: лабораторный практикум для студентов всех специальностей / А. А. Челноков [и др.]. – Минск: БГТУ, 2002. – 194 с.
8. Охрана труда. Инженерные расчеты по обеспечению санитарно-гигиенических условий труда: учеб.-метод. пособие / В. М. Сацура [и др.]. – Минск: БГТУ, 2006. – 88 с.
9. Инженерные расчеты по охране труда и технической безопасности: учеб.-метод. пособие / Б. Р. Ладик [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 86 с.
10. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: метод. указания / сост.: И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик. – Минск: БГТУ, 2007. – 41 с.
11. Потоцкий, Н. В. Через анализ травматизма – к конкретным превентивным мерам / Н. В. Потоцкий // Охрана труда и социальная защита. – 2006. – № 3. – С. 36–39.
12. Пособие по аттестации рабочих мест по условиям труда с учетом требований трудового кодекса Республики Беларусь / Библиотека журнала «Ахова працы»; гл. ред. В. Крылов. – 2008. – № 4 (101). – Минск, 2008. – 160 с.

13. Лазаренков, А. М. Основы производственной санитарии / А. М. Лазаренков // Библиотека журнала «Ахова працы»; гл. ред. В. Крылов. – 2008. – № 8 (105). – Минск, 2008. – 94 с.

14. Сборник нормативных правовых актов по охране труда в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности / Библиотека журнала «Ахова працы»; гл. ред. В. Крылов. – 2009. – № 9 (118). – Минск, 2009. – 288 с.

15. Инструкция о порядке принятия локальных нормативных правовых актов по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг): постановление МТиСЗ Респ. Беларусь, 28 ноября 2008 г., № 176 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 29. – 8/20258.

16. Типовое положение о службе охраны труда организации: постановления МТиСЗ Респ. Беларусь, 24 мая 2002 г., № 82 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 89. – 8/8286.

17. Нормативы численности специалистов по охране труда на предприятиях: постановление Минтруда Респ. Беларусь, 23 июля 1999 г., № 94 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1999. – № 63. – 8/698.

18. Положение о планировании и разработке мероприятий по охране труда: постановление Минтруда Респ. Беларусь, 23 октября 2000 г., № 136 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2000. – № 113. – 8/4357.

19. Инструкция о порядке подготовки (обучения), переподготовки, стажировки, инструктажа, повышения квалификации и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда: постановление МТиСЗ Респ. Беларусь, 28 ноября 2008 г., № 175 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 53. – 8/20209.

20. Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 января 2004 г., № 30 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 8. – 5/13691.

21. Типовая инструкция о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труда в организации: постановление МТиСЗ Респ. Беларусь, 26 декабря 2003 г., № 159 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 7. – 8/10400.

22. Порядок осуществления профсоюзами общественного контроля за соблюдением законодательства Республики Беларусь о труде: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 октября 2000 г., № 1630 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2000. – № 103. – 5/4377.

23. Система стандартов безопасности труда. Основные положения: ГОСТ 12.0.001–82 ССБТ. – Введ. 01.07.83. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1983. – 8 с.
24. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения: ГОСТ 12.0.002–2003 ССБТ. – Введ. 01.01.04. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2003. – 16 с.
25. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. – Введ. 01.01.1974. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1974. – 8 с.
26. Ультразвук. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.001–89 ССБТ. – Введ. 01.01.91. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1989. – 12 с.
27. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1989. – 52 с.
28. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. – Введ. 01.01.77. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1977. – 8 с.
29. Взрывобезопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. – Введ. 01.01.78. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1977. – 8 с.
30. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний: ГОСТ 12.1.011–78. – Введ. 01.07.79. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1979. – 24 с.
31. Вибрационная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ. – Введ. 01.08.09. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2009. – 20 с.
32. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования: ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. – Введ. 01.01.96. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 1993. – 8 с.
33. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. – Введ. 01.07.80. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1979. – 8 с.
34. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление: ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. – Введ. 01.07.82. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1982. – 16 с.
35. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей: ГОСТ 12.1.041–83 ССБТ. – Введ. 01.07.84. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1984. – 24 с.

36. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044–89 ССБТ. – Введ. 01.01.91. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1991. – 156 с.
37. Методы измерения шума на рабочих местах: ГОСТ 12.1.050–86 ССБТ. – Введ. 01.01.87. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1983. – 36 с.
38. Оборудование производственное. Общие требования безопасности ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. – Введ. 01.01.92. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1991. – 20 с.
39. Конвейеры. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.022–80 ССБТ. – Введ. 01.07.81. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1980. – 16 с.
40. Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции: ГОСТ 12.2.026.0–93 ССБТ. – Введ. 01.01.96. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 1994. – 46 с.
41. Оборудование производственное. Ограждения защитные: ГОСТ 12.2.062–81 ССБТ. – Введ. 01.07.82. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1981. – 8 с.
42. Процессы производственные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. – Введ. 01.07.76. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1976. – 12 с.
43. Работы лесозаготовительные. Требования безопасности: ГОСТ 12.3.015–78 ССБТ. – Введ. 01.07.79. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1978. – 20 с.
44. Деревообрабатывающее производство. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.3.042–88 ССБТ. – Введ. 01.01.90. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1989. – 20 с.
45. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний: ГОСТ 12.4.002–97 ССБТ. – Введ. 01.10.98. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 1998. – 16 с.
46. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание ГОСТ 12.4.009–83 ССБТ. – Введ. 01.01.85. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1984. – 20 с.
47. Цвета сигнальные и знаки безопасности: ГОСТ 12.4.026–76 ССБТ. – Введ. 01.01.78. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1978. – 38 с.
48. Цвета сигнальные. Знаки безопасности. Общие технические требования: методы испытания: СТБ 1392–2003 ССПБ. – Введ. 01.11.03. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2003. – 40 с.

49. Пожарная техника. Классификация пожаров: ГОСТ 27331–87. – Введ. 01.01.88. – М.: Государственный комитет по стандартам, 1988. – 8 с.
50. Заземляющие устройства и защитные проводники: ГОСТ 30331.10–2001. – Введ. 01.03.03 // Электроустановки зданий. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2003. – Гл. 54. – 16 с.
51. Общие требования: ГОСТ 30852.0-2002 // Электрооборудование взрывозащищенное. – Введ. 01.11.03. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2003. – Ч. 0. – 56 с.
52. Системы управления охраной труда. Требования: СТБ 18001–2009. – Введ. 01.10.09. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2009. – 24 с.
53. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность. Общие термины и определения: СТБ 11.0.02–95 ССПБ. – Введ. 01.10.95. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 1995. – 20 с.
54. Организация тушения пожаров. Термины и определения: СТБ 11.0.04–95 ССПБ. – Введ. 01.10.95. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 1995. – 20 с.
55. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». – Введ. 01.07.09. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2009. – 148 с.
56. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН № 2.2.4/2.1.8.10-32–2002. – Введ. 01.01.03. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2003. – 16 с.
57. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: СанПиН № 2.2.4/2.1.8.10-33–2002. – Введ. 01.01.03. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2003. – 24 с.
58. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки: СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35–2002. – Введ. 01.01.03. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2003. – 9 с.
59. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ): СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36–2002. – Введ. 01.01.03. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2003. – 21 с.
60. Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях: СанПиН 2.2.4.11-25–2003. – Введ. 01.01.04. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2004. – 16 с.

61. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников: СН 2.2.4-13-45-2005. – Введ. 01.01.06. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 2006. – 10 с.

62. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: СанПиН № 9–80 РБ 98. – Введ. 01.07.98. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1998. – 12 с.

63. Постоянное магнитное поле. Предельно допустимые уровни на рабочих местах: СН 9–85 РБ 98. – Введ. 01.01.99. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1999. – 6 с.

64. Ультразвук, передающийся воздушным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах: СН 9–87 РБ 98. – Введ. 01.01.99. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1999. – 8 с.

65. Ультразвук, передающийся контактным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах: СН 9–88 РБ 98. – Введ. 01.01.99. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1999. – 7 с.

66. Санитарные нормы инфразвука на рабочих местах: СанПиН № 11-12-94. – Введ. 01.01.94. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1994. – 8 с.

67. Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля на рабочих местах: СанПиН № 11-16-94. – Введ. 01.01.94. – Минск: Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, 1994. – 8 с.

68. Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов: СНБ 2.02.01–98. – Введ. 01.07.05. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2005. – 12 с.

69. Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре: СНБ 2.02.02–01. – Введ. 01.01.02. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2001. – 27 с.

70. Естественное и искусственное освещение: ТКП 45-2.04-153–2009. – Введ. 01.01.10. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 103 с.

71. Административные и бытовые здания: СНБ 3.02.03–03. – Введ. 01.01.04. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 31 с.

72. Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования: СНБ 4.01.01–03. – Введ. 01.01.05. – Минск: НПП РУП «Стройтехнорм», 2004. – 27 с.

73. Противопожарное водоснабжение: СНБ 4.01.02-03. – Введ. 01.07.04. – Минск: НПП РУП «Стройтехнорм», 2004. – 22 с.

74. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01–03. – Введ. 01.01.05. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2004. – 78 с.

75. Правила рубок леса в Республике Беларусь: ТКП 143–2008. – Введ. 13.09.08. – Минск: Министерство лесного хозяйства Респ. Беларусь, 2008. – 92 с.

76. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей: ТКП 181–2009. – Введ. 20.05.09. – Минск: Министерство энергетики Респ. Беларусь, 2009. – 128 с.

77. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: НПБ 5–2005. – Введ. 01.07.06. – Минск: НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2005. – 52 с.

78. Межотраслевые общие правила по охране труда: постановление МТиСЗ Респ. Беларусь, 3 июня 2003 г., № 70 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2003. – № 87. – 8/9818.

79. Межотраслевые правила по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве: постановление МТиСЗ Респ. Беларусь и МЛХ Респ. Беларусь, 30 декабря 2008 г., № 211/39 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 147. – 8/20979.

80. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации напольного колесного безрельсового транспорта: постановление МТиСЗ Респ. Беларусь, 30 дек. 2003 г., № 165 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 20. – 8/10471.

81. Межотраслевые правила по охране труда при проведении разгрузочно-погрузочных работ: постановление МТиСЗ Респ. Беларусь, 12 дек. 2005 г., № 173 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 10. – 8/13658.

82. Правила устройства электроустановок: действие в энергетике Республики Беларусь подтверждено письмом Белэнерго № 31/54 от 02.06.99 г. / Белэнерго. – 6-е изд., перераб. и доп. – Вильнюс: ЗАО «Ксения», 2007. – 640 с.

83. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением: постановление МЧС Респ. Беларусь, 27 декабря 2005 г., № 56 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 8. – 8/13868.

84. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов: постановление МЧС Респ. Беларусь, 3 декабря 2004 г., № 45 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 6. – 8/11889.

85. Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий: ППБ РБ 1.01–94. – Введ. 01.07.95. – Минск: МЧС Беларуси, 1995. – 60 с.

86. Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь: ППБ РБ 1.03–92. – Введ. 01.08.92. – Минск: МЧС Беларуси, 1992. – 52 с.

87. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов лесозаготовительного, деревообрабатывающего, целлюлозно-бумажного и лесохимического производств: ППБ 2.07–2000. – Введ. 01.01.01. – Минск: МЧС Беларуси, 2001. – 128 с.

88. Нормы обеспечения пожарной техникой и средствами для тушения лесных пожаров: постановление МЛХ Респ. Беларусь и МЧС Респ. Беларусь, 29 декабря 2007 г., № 57/129 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 31. – 8/18056.

89. Афанасенко, А. А. Сборник нормативных документов по обеспечению работников лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства средствами индивидуальной защиты / А. А. Афанасенко, А. А. Губин, Н. В. Потоцкий. – Минск: ЦОТЖ, 2003. – 116 с.

90. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения: постановление МЛХ Респ. Беларусь, 10 апреля 2009 г., № 11 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 158. – 8/21085.

91. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений: РД 34.21.122–87. – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1988 – 56 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА	7
1.1. Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда	7
1.2. Основные термины и определения по охране труда	10
1.3. Классификация опасных и вредных производственных факторов	13
1.4. Основные законодательные и нормативные правовые акты Республики Беларусь по охране труда.....	15
1.4.1. Основные законодательные акты по охране труда.....	15
1.4.2. Технические нормативные правовые акты по охране труда.....	18
1.5. Требования к разработке инструкций по охране труда.....	21
1.6. Право и гарантии права работающих на охрану труда	25
1.7. Обязанности работающих по охране труда	27
1.8. Обязанности работодателя по обеспечению охраны труда	28
1.9. Система управления охраной труда на предприятии	29
1.9.1. Основные функции и задачи системы управления охраной труда на предприятии	29
1.9.2. Отдел охраны труда на предприятии	31
1.9.3. Планирование и финансирование работ по охране труда.....	35
1.9.4. Организация обучения и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда	38
1.9.5. Инструктаж по охране труда.....	42
1.9.6. Аттестация рабочих мест по условиям труда.....	45
1.10. Травматизм и профессиональные заболевания на производстве.....	49
1.10.1. Понятие о травме, профзаболевании, несчастном случае	49
1.10.2. Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профзаболеваний	52
1.10.3. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве	55
	361

1.10.4. Специальное расследование несчастных случаев на производстве	58
1.10.5. Расследование и учет профессиональных заболеваний	59
1.10.6. Отчетность о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях, анализ причин их возникновения	60
1.10.7. Методы изучения производственного травматизма. Относительные показатели травматизма	62
1.11. Надзор и контроль за охраной труда	64
1.11.1. Виды контроля за охраной труда. Государственный контроль за охраной труда	64
1.11.2. Контроль за охраной труда на предприятии	67
1.11.3. Общественный контроль за охраной труда	72
1.12. Ответственность за нарушения законодательства об охране труда	74
2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА	78
2.1. Производственный микроклимат	79
2.1.1. Метеорологические условия производственной среды и их влияние на работающих	79
2.1.2. Нормирование параметров микроклимата	86
2.1.3. Мероприятия по нормализации метеорологических условий на производстве	92
2.2. Химические факторы производственной среды	93
2.2.1. Классификация вредных веществ	93
2.2.2. Пути проникновения и характер воздействия вредных веществ на организм человека	95
2.2.3. Производственная пыль и ее воздействие на организм человека	99
2.2.4. Нормирование вредных веществ и контроль их содержания в воздухе рабочей зоны и на кожном покрове	103
2.2.5. Мероприятия по защите от вредных веществ	107
2.3. Вентиляция производственных помещений	108
2.3.1. Классификация систем вентиляции	108
2.3.2. Расчет общеобменной механической вентиляции по вредностям	112
2.3.3. Местная вентиляция	113
2.4. Производственное освещение	114

2.4.1. Влияние света на здоровье человека и его работоспособность	114
2.4.2. Количественные и качественные показатели освещения	116
2.4.3. Виды производственного освещения и требования, предъявляемые к нему	121
2.4.4. Нормирование естественного освещения и принципы его расчета	124
2.4.5. Нормирование искусственного освещения и принципы его расчета	130
2.4.6. Нормирование совмещенного освещения	133
2.4.7. Источники искусственного света и требования, предъявляемые к ним	134
2.5. Производственный шум и вибрация	138
2.5.1. Физические и физиологические характеристики шума и вибрации	138
2.5.2. Воздействие шума и вибрации на организм человека	148
2.5.3. Нормирование и контроль шума и вибрации на производстве	151
2.5.4. Защита от шума и вибрации	159
2.6. Защита от инфразвука	162
2.6.1. Источники инфразвука и его классификация	162
2.6.2. Воздействие инфразвука на организм человека	163
2.6.3. Нормирование и контроль инфразвука на производстве	163
2.6.4. Методы защиты от инфразвука	166
2.7. Защита от ультразвука	166
2.7.1. Источники ультразвука и его классификация	166
2.7.2. Воздействие ультразвука на организм человека	167
2.7.3. Нормирование и контроль ультразвука на производстве	168
2.7.4. Методы защиты от ультразвука	170
2.8. Защита от электромагнитных полей	171
2.8.1. Источники и характеристика электромагнитных полей	171
2.8.2. Воздействие электромагнитных полей на организм человека	172
2.8.3. Нормирование электромагнитных полей	173
2.8.4. Методы защиты работающих от электромагнитных полей	177
2.9. Защита от ультрафиолетовых излучений	178

2.9.1. Источники и характеристика ультрафиолетовых излучений	178
2.9.2. Воздействие ультрафиолетовых излучений на организм человека.....	179
2.9.3. Нормирование ультрафиолетовых излучений	181
2.9.4. Методы защиты от ультрафиолетовых излучений	182
2.10. Санитарно-бытовое обеспечение работников	183
2.11. Требования к водоснабжению предприятий	188
3. ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	191
3.1. Требования безопасности к производственным процессам	191
3.2. Требования безопасности к производственному оборудованию	193
3.3. Безопасность эксплуатации сосудов, работающих под давлением	197
3.3.1. Причины взрывов сосудов, работающих под давлением. Работа и мощность взрыва.....	197
3.3.2. Требования безопасности к стационарным сосудам	198
3.3.3. Разрешение на пуск в работу сосудов, работающих под давлением.....	202
3.3.4. Виды и сроки технического освидетельствования	205
3.3.5. Условия безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением	210
3.3.6. Баллоны для сжатых и сжиженных газов. Причины взрывов. Требования безопасности при изготовлении и эксплуатации	214
3.3.7. Хранение и транспортирование баллонов	217
3.4. Обеспечение безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных машин, механизмов и устройств.....	219
3.4.1. Общие меры безопасности при эксплуатации средств горизонтального транспорта и подъемно-транспортных механизмов.....	219
3.4.2. Регистрация и пуск в работу грузоподъемных кранов	222
3.4.3. Техническое освидетельствование грузоподъемных кранов.....	225
3.4.4. Расчет тяговых канатов и цепей, их браковка.....	229
3.5. Электробезопасность.....	231
3.5.1. Причины электротравм. Действие электрического тока на организм человека.....	231

3.5.2. Анализ условий поражения человека электрическим током	235
3.5.3. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током	240
3.5.4. Меры электробезопасности при эксплуатации электроустановок	241
3.5.5. Первая помощь при поражениях электрическим током	250
3.6. Защита от статического электричества	251
3.6.1. Электризация веществ. Возникновение статического электричества. Факторы, определяющие интенсивность электризации	251
3.6.2. Оценка опасности разрядов статического электричества	254
3.6.3. Методы защиты от статического электричества.....	256
4. ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	259
4.1. Основные сведения о горении веществ и материалов.....	259
4.1.1. Горение. Условия и виды горения.....	259
4.1.2. Пожаровзрывоопасные показатели веществ и материалов	262
4.1.3. Горение жидкостей. Классификация жидкостей в зависимости от температуры вспышки	269
4.1.4. Горение пылей	270
4.1.5. Классификация взрывоопасных смесей	271
4.2. Профилактика пожаров и взрывов	273
4.2.1. Пожарно-техническая классификация строительных материалов.....	273
4.2.2. Пожарно-техническая классификация строительных конструкций	276
4.2.3. Пожарно-техническая классификация зданий	278
4.2.4. Классификация помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.....	281
4.2.5. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон производственных помещений.....	286
4.2.6. Взрывозащищенное электрооборудование и его подбор	290
4.3. Организация пожарной безопасности на предприятиях лесного комплекса	295
4.4. Требования к технологическим процессам и оборудованию	300
4.5. Обеспечение безопасности при проведении огневых работ	303

4.6. Средства и способы тушения пожаров. Пожарная сигнализация	307
4.6.1. Способы тушения пожаров	307
4.6.2. Огнетушащие вещества и их характеристика	310
4.6.3. Первичные средства тушения пожара	316
4.6.4. Стационарные установки пожаротушения	322
4.6.5. Пожарная связь и сигнализация	325
4.7. Молниезащита зданий и сооружений	328
4.7.1. Разряды молнии и их параметры	328
4.7.2. Опасные воздействия молнии	330
4.7.3. Классификация защищаемых объектов	332
4.7.4. Средства и способы молниезащиты	332
4.7.5. Зоны защиты молниеотводов	345
ЛИТЕРАТУРА	353

Учебное издание

Гармаза Андрей Константинович
Ермак Иван Тимофеевич
Ладик Борис Родионович

ОХРАНА ТРУДА

Учебное пособие

Редактор *М. А. Юрасова*
Компьютерная верстка *М. А. Юрасова*

Подписано в печать 25.08.2010. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 21,3. Уч.-изд. л. 22,0.
Тираж 500 экз. Заказ .

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.

Переплетно-брошюровочные процессы
произведены в ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».
220600. Минск, Красная, 23. Заказ .