

Высшее профессиональное образование

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Учебник



Энергетика

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

УЧЕБНИК

Допущено

*Учебно-методическим объединением вузов
по образованию в области автоматизированного машиностроения
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности «Автоматизация технологических
процессов и производств (энергетика)» направления
«Автоматизированные технологии и производства»*



Москва

Издательский центр «Академия»

2010
И. ОЛЕЗОВ аттестован ОКМН
Аттестован в области безопасности

УДК 61(075.8)
ББК 68.9я73
Б40

Рецензенты:

зав. кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Брянского
государственного технического университета, д-р техн. наук, проф.
А.В. Топай;

государственный советник Российской Федерации 3-го класса, руководитель
Государственной инспекции труда в Орловской области *Г.П. Бабкин*

Б40 **Безопасность жизнедеятельности в энергетике : учебник**
для студ. высш. учеб. заведений / [В. Г. Ерёмин, В. В. Сафронов,
А. Г. Схиртладзе, Г. А. Харламов]. — М. : Издательский
центр «Академия», 2010. — 400 с.
ISBN 978-5-7695-5987-7

Рассмотрены организационно-правовые основы, эффективные методы и средства обеспечения безопасности жизнедеятельности персонала промышленного предприятия любой организационной формы. Особое внимание уделено вопросам обеспечения безопасности персонала, связанного с обслуживанием, ремонтом и наладкой электрооборудования.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезен слушателям региональных центров охраны труда и специалистам промышленных предприятий.

УДК 61(075.8)
ББК 68.9я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым
способом без согласия правообладателя запрещается*

© Ерёмин В. Г., Сафронов В. В., Схиртладзе А. Г.,
Харламов Г. А., 2010

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

ISBN 978-5-7695-5987-7

ПРЕДИСЛОВИЕ

Условия и безопасность труда в промышленности характеризуются высокими показателями травматизма и профессиональной заболеваемости. По статистическим данным последних лет [1], количество пострадавших на производстве в целом по России составляет 140—150 тыс. человек в год, погибших на производстве — примерно 5 тыс. человек. Число дней нетрудоспособности на одного пострадавшего в среднем по стране составляет 35—40 дней. Удельный вес работников, работающих в неблагоприятных условиях труда, составляет 35...40 %, а в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, — примерно 20 %. Приблизительно 20 тыс. работников ежегодно становятся инвалидами, 10—20 тыс. работников получают профессиональные заболевания.

Подобное положение вызвано как объективными причинами, связанными с переходом к новым социально-экономическим условиям и формированием различных форм собственности, так и субъективными, в частности негативной мотивацией по отношению к трудовой дисциплине и обеспечению безопасности производства, освоению безопасных приемов труда.

Производственный электротравматизм наносит вред здоровью человека и причиняет материальный ущерб обществу в целом. Наиболее часто электротравматизм наблюдается в электроэнергетике, геологоразведке, строительстве, химической, нефтехимической, газовой, металлургической и угольной промышленности.

Более 60 % электротравм на линиях электропередачи обусловлено соприкосновением с ними автомобильных кранов, буровых вышек, лестниц и т.д. Значительную опасность представляют передвижные механизмы с электроприводом — насосы, транспортеры, погрузчики (от 43 до 77 % несчастных случаев при работе с этими устройствами происходит вследствие замыкания электрического напряжения на корпус машины). От 40 до 45 % электротравм объясняется просчетами при эксплуатации оборудования, приводящими к снижению сопротивления изоляции и появлению напряжения на нетоковедущих частях оборудования, 25...30 % — неудовлетворительной организацией рабочего места и недостатками в проведении инструктажа работников, 30...35 % — недостатками конструкций и монтажа оборудования.

На уровень электротравматизма влияют психологические и личностные причины: 60...80 % аварий происходит в связи с

ошибочными или несвоевременными действиями пострадавших. В целом отрицательная роль психологических факторов в электротравматизме отмечена в 73 % случаев (умышленное выведение из строя блокировок и других средств защиты, неиспользование средств индивидуальной защиты).

Конституция Российской Федерации гарантирует гражданам России право на охрану труда и здоровья, свободно распоряжаться своими способностями к труду, работать в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Гарантируются права на социальное обеспечение, медицинскую помощь, социальное страхование, достоверную информацию об условиях труда и на возмещение ущерба, причиненного здоровью и имуществу человека. Конституцией Российской Федерации предусмотрено финансирование федеральных программ охраны труда и укрепления здоровья населения. В то же время требуются эффективные меры, чтобы защитить человека от созданной им *техносферы* — искусственной среды обитания, включающей в себя основное и вспомогательное оборудование машиностроительного предприятия, коммуникации, очистные и другие сооружения и устройства.

Авторами учебника предпринята попытка отбора и систематизации (с учетом сложившихся в настоящее время концепций комплексной научной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности») эффективных принципов, методов и средств организации охраны труда на промышленном предприятии, подкрепленных данными теоретических и прикладных исследований. Изложенный в учебнике материал позволяет будущим и работающим специалистам, связанным с обслуживанием, ремонтом и наладкой электрооборудования, и специалистам других профессий не только получить и закрепить теоретические знания, но и выработать практические навыки решения организационных вопросов в области обеспечения здоровых и безопасных условий труда, поэтому в учебник включен перечень основных нормативных документов и примеры расчетов.

Цель авторов — ориентировать будущих специалистов промышленных предприятий на создание безопасных и комфортных условий жизнедеятельности, на выявление и идентификацию негативных воздействий производственной среды, на разработку и реализацию эффективных мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий, на проектирование и эксплуатацию техники и технологических процессов в соответствии с требованиями безопасности и экологичности.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЭС	— атомная электростанция
БЖД	— безопасность жизнедеятельности
БПК	— биологическая потребность в кислороде
ВДТ	— видеодисплейный терминал
ВКП	— верхний концентрационный предел
ВТП	— верхний температурный предел
ВЧ	— высокая частота
ГЖ	— горючая жидкость
ГО	— гражданская оборона
ГПС	— гибкая производственная система
ДК	— допустимая концентрация
ДПД	— добровольная пожарная дружина
ИК	— инфракрасный
КЕО	— коэффициент естественной освещенности
КП	— концентрационный предел
КПД	— коэффициент полезного действия
ЛВЖ	— легковоспламеняющаяся жидкость
МВСК	— минимальное взрывоопасное содержание кислорода
МЭЗ	— минимальная энергия зажигания
НКП	— нижний концентрационный предел
НКР	— наибольшая концентрация работ
НТП	— нижний температурный предел
ОКП	— очаг комбинированного поражения
ОМП	— оружие массового поражения
ОНТП	— отраслевые нормы технологического проектирования
ОФП	— опасный фактор пожара
ПАВ	— поверхностно-активные вещества
ПБ	— правила безопасности
ПГП	— предельное годовое поступление
ПД	— предельная доза
ПДВ	— предельно допустимый выброс
ПДД	— предельно допустимая доза
ПДК	— предельно допустимая концентрация
ПДП	— предельно допустимое поступление
ПДУ	— предельно допустимый уровень
ПОТ	— правила по охране труда
ППЭ	— поверхностная плотность потока энергии
ПР	— промышленный робот
ПРУ	— противорадиационное укрытие
ПТК	— пожарно-техническая комиссия
ПУЭ	— правила устройства электроустановок

ПЭВМ	— персональная электронно-вычислительная машина
РВР	— район ведения работ
РТК	— роботизированный технологический комплекс
СВЧ	— сверхвысокая частота
СДЯВ	— сильнодействующее ядовитое вещество
СИЗ	— средство индивидуальной защиты
СидНР	— спасательные и другие неотложные работы
СКЗ	— средство коллективной защиты
СОЖ	— смазочно-охлаждающая жидкость
ССБТ	— система стандартов безопасности труда
ТП	— температурный предел
ТЭЦ	— теплоэлектроцентраль
УВЧ	— ультравысокая частота
УЗО	— устройство защитного отключения
УФ	— ультрафиолетовый
ФСО	— функциональное состояние оператора
ЧС	— чрезвычайная ситуация
ЦЭС	— центральная электростанция
ЭДС	— электродвижущая сила
ЭН	— энергетическая нагрузка

Глава 1

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Осуществляя тот или иной вид деятельности, люди решают проблемы обеспечения своей безопасности: строят дома, производят удобные орудия труда, шьют одежду, развивают сельское хозяйство, ищут новые лекарства и методы лечения, создавая тем самым искусственную среду обитания — *техносферу*. Призванная надежно защищать человека от непогоды, голода, болезней и других внешних опасностей, техносфера нередко, особенно в последние десятилетия, сама становится источником опасностей. За последние 20 лет на Земле в результате различных чрезвычайных ситуаций пострадали 800 млн человек, а погибло 3 млн человек.

Статистика свидетельствует о том, что машиностроение наряду с сельским хозяйством, строительством, жилищно-коммунальным хозяйством является одной из наиболее травмо- и электроопасных отраслей, причем гибнут обычно молодые, работоспособные люди, средний возраст которых около 40 лет, а также подростки и женщины. В последние годы участились случаи тяжелого травматизма среди специалистов.

Основными причинами несчастных случаев и профессиональных заболеваний являются недостаточное обучение работников безопасным приемам труда, отсутствие или несовершенство технологической документации, слабый контроль за производством работ, нарушение правил технической эксплуатации машин и механизмов, низкий уровень трудовой дисциплины.

В то же время подсчитано, что предупреждение специалистом по охране труда только одного тяжелого несчастного случая на производстве в год полностью окупает расходы на содержание этого специалиста, поэтому необходимо принимать эффективные меры по обеспечению защиты человека от созданной им же самим техносферы.

Научная дисциплина, изучающая опасности, методы и средства защиты от них, называется «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД).

Безопасность жизнедеятельности подходит к рассмотрению трудовой деятельности человека как к *системе «человек—среда обитания»*, имеющей две основные цели:

- достижение определенного эффекта (например, ремонт электродвигателя);
- исключение травм, заболеваний, аварий и других *нежелательных последствий* трудовой деятельности.

Безопасность жизнедеятельности решает три взаимосвязанные задачи [4]:

- идентификация опасностей, т. е. распознавание образа с указанием количественных характеристик и координат опасности;
- защита от опасностей на основе сопоставления затрат и выгод;
- ликвидация возможных (исходя из концепции приемлемого риска) отрицательных последствий опасностей.

Кроме общетеоретических основ БЖД включает в себя три раздела:

- природные аспекты (экология);
- БЖД в условиях производства (охрана труда);
- БЖД в условиях чрезвычайных ситуаций (гражданская оборона).

Экология на основе изучения закономерностей взаимодействия природы и человека дает научно обоснованные рекомендации по охране природы, природопользованию и воспроизведению природных ресурсов.

Охрана труда исследует опасности, действующие в условиях производства, и разрабатывает методы защиты работающих.

В соответствии с положениями Трудового кодекса Российской Федерации (ТК РФ) охрана труда — это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и другие мероприятия.

Цель охраны труда — обеспечение безопасных условий труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Гражданская оборона (ГО) обеспечивает защиту населения в чрезвычайных ситуациях (ЧС): стихийные бедствия, техногенные катастрофы, антропогенные катастрофы (от хозяйственной деятельности людей), социально-политические и военно-политические конфликты, межнациональные кризисы, сопровождающиеся насилием.

Безопасность жизнедеятельности разрабатывает теоретические основы безопасности применительно к любому разделу.

Явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях вызывать нежелательные последствия деятельности, называются *опасностями*.

Опасность хранят все системы, использующие электрическую или иную энергию, химические или биологически активные вещества либо имеющие гигиенические и иные характеристики, не соответствующие условиям жизнедеятельности человека.

Различают опасности потенциальные (скрытые) и реальные. Чтобы потенциальная опасность реализовалась, нужны условия, которые называют причинами. Применительно к промышленности такими причинами могут быть как конструктивные недостатки оборудования, непродуманная или нарушенная технология, так и повышенный уровень шума, вибраций, излучений, плохое самочувствие человека и многие другие факторы.

Причины опасностей, характерных практически для любой технической системы, подробно рассмотрены в учебнике.

Естественно стремление организаторов производства, работодателей и тем более самих работников избегать нежелательных последствий деятельности, работать в безопасных условиях труда.

По природе происхождения различают опасности природные, техногенные, антропогенные, экологические и смешанные.

По времени проявления отрицательных последствий опасности подразделяют на импульсивные и кумулятивные (накапливающиеся), по локализации — на связанные с литосферой (под землей), гидросферой, атмосферой и космосом.

По вызываемым последствиям различают утомление, заболевания, травмы, аварии, пожары, летальные исходы и т.д.

По приносимому ущербу выделяют опасности, наносящие социальный, технический, экологический и другие виды ущерба.

По структуре (строению) опасности подразделяют на простые и производные, порожденные взаимодействием простых опасностей, а по характеру воздействия на человека — на активные и пассивные.

Сферы проявления опасностей: бытовая, дорожно-транспортная, производственная, военная и др.

Номенклатура опасностей в алфавитном порядке представлена в [4]:

- алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная влажность воздуха, аномальная скорость движения воздуха, аномальное барометрическое давление, арборициды, аномальное освещение, аномальная ионизация воздуха;

- блескость;

- вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, вода, вращающиеся части машин, высота;

• газы, гербициды, глубина, гиподинамия, гипокинезия, гололед, горячие поверхности;

• динамические перегрузки, дождь, дым, движущиеся предметы;

• едкие вещества;

• заболевания, замкнутый объем;

• избыточное давление в сосудах, инфразвук, инфракрасное излучение, искры;

• качка, кинетическая энергия, коррозия;

• лазерное излучение, листопад;

• магнитные поля, макроорганизмы, медикаменты, метеориты, микроорганизмы, молнии (грозы), монотонность;

• нарушение газового состава воздуха, наводнение, накипь, недостаточная прочность, неровные поверхности, неправильные действия персонала;

• огнеопасные вещества, оружие, острые предметы, отравление, ошибочные действия людей, охлаждение поверхности;

• падение (без установленной причины), пар, перегрузка машин и механизмов, перенапряжение анализаторов, пестициды, повышенная яркость света, пожар, психологическая несовместимость, пульсация светового потока, пыль;

• рабочая поза, радиация, резонанс;

• сенсорная депривация, скорость движения и вращения, скользкая поверхность, снегопад, солнечная активность, солнце (солнечный удар), сонливость, статическое электричество;

• тайфуны, ток высокой частоты, туман;

• ударная волна, ультразвук, ультрафиолетовое излучение, ответственное перенапряжение, ураган, ускорение, утомление;

• шум;

• электрическая дуга, электрический ток, электрическое поле, электромагнитное поле, эмоциональный стресс, эмоциональная перегрузка;

• ядовитые вещества и др.

Условия, при которых реализуются потенциальные опасности, т. е. их причины, характеризуют совокупность обстоятельств, благодаря которым опасности проявляются и вызывают те или иные нежелательные последствия.

Триада «опасность — причины — нежелательные последствия» представляет собой логический процесс развития, с определенной вероятностью реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб.

История развития человечества с самых ранних стадий отмечена вниманием не только к продукту, но и к условиям деятельности, в том числе к вопросам обеспечения безопасности и защиты здоровья человека.

В трудах Аристотеля (384—322 гг. до н.э.), Гиппократ (460—377 гг. до н.э.) и других ученых рассматриваются условия труда рабов.

Знаменитый медик эпохи Возрождения Парацельс (1493—1541) изучал опасности, связанные с горным делом. Ему принадлежит крылатое изречение: «Все есть яд, и все есть лекарство. Только одна доза делает вещество ядом или лекарством».

Немецкий врач и металлург Агрикола (1494—1555) изложил вопросы охраны труда в своей работе «О горном деле».

Итальянский врач Рамаццини (1633—1714) заложил основы профессиональной гигиены, написал книгу «О болезнях ремесленников».

Великий русский ученый М. В. Ломоносов (1711—1765) написал основополагающие работы по безопасности труда в горном деле.

В XIX в. в связи с интенсивным развитием промышленности появляется плеяда ярких ученых, занимающихся проблемами безопасности: В. Л. Кирпичев (1845—1913), А. А. Пресс (1857—1931), Д. П. Никольский (1855—1918), В. А. Левицкий (1867—1936), А. А. Скочинский (1874—1961), С. И. Каплун (1897—1943) и др.

Проблемам безопасного развития техносферы в 1980-е гг. были посвящены работы академика В. А. Легасова. В настоящее время этими вопросами занимаются научно-методический совет «Безопасность жизнедеятельности», действующий в Санкт-Петербурге, специалисты учебных и научных центров России.

Благодаря трудам ведущих зарубежных и отечественных ученых-теоретиков, подкрепляемых прикладными разработками проектировщиков и организаторов производства, БЖД постепенно складывается в научную дисциплину, имеющую свою теорию, методологию, методы и средства, и базируется на достижениях таких наук о человеке и человеческой деятельности, как физиология, психология и социология труда, инженерная психология, охрана труда, экология, эргономика, юриспруденция, экономика и др. Методологической базой БЖД является системный анализ, а центральным объектом изучения — человек в трудовом процессе.

За миллионы лет в ходе эволюционного и социального развития у человека выработалась естественная система защиты от опасностей. Эта система отличается совершенством, но имеет определенные пределы. Кроме того, человек сам может являться носителем потенциальных опасностей (выделение ядовитых веществ, излучение теплоты, ошибочные действия), особенно в условиях паники.

Для безопасного состояния системы «человек—среда» необходимо согласование характеристик человека и элементов среды.

Человек осуществляет непосредственную связь с окружающей средой при помощи своих анализаторов (зрительного, слухового,

вибрационного, тактильного, температурного, болевого, обоняния, вкуса, органического — от самих внутренних органов человека и двигательного). Характеристики анализаторов подробно рассматриваются в литературе по эргономике и инженерной психологии [10, 11, 15, 38, 48, 49].

Любой анализатор состоит из рецептора (датчика), проводящих нервных путей и мозгового конца. Рецептор превращает энергию раздражителя в нервный процесс. Проводящие пути передают нервные импульсы в кору головного мозга. Мозговой конец анализатора состоит из ядра и рассеянных по коре головного мозга элементов. Рассеянные элементы обеспечивают новые связи между различными анализаторами. Между рецептором и мозговым концом существует двусторонняя связь, которая обуславливает саморегуляцию анализатора. Особенностью анализаторов человека является их парность, обеспечивающая высокую надежность работы за счет частичного дублирования сигналов и динамичной неоднозначной функциональной асимметрии.

Основной характеристикой анализатора является чувствительность. Чтобы возникло раздражение анализатора, интенсивность раздражителя должна достичь некоторой определенной величины. С увеличением интенсивности раздражителя наступает момент, когда анализатор перестает работать адекватно. Всякое воздействие, превышающее по интенсивности некоторый предел, вызывает боль и нарушает деятельность анализатора. Интервал от минимальной до максимально адекватно ощущаемой величины раздражения определяет диапазон чувствительности анализатора. Минимальную величину чувствительности принято называть нижним абсолютным порогом чувствительности, а максимальную — верхним.

В тех случаях, когда помехой являются внешние раздражители, говорят о дифференциальном, или разностном, пороге чувствительности. Минимальную разность между интенсивностями двух раздражителей, которая вызывает едва заметное различие ощущения, называют дифференциальным порогом, порогом различения.

Время, проходящее от начала воздействия раздражителя до появления ощущения, называется латентным периодом.

Комплекс характеристик человека-оператора (функциональное состояние оператора — ФСО) прямо или косвенно обуславливает трудовую деятельность. Изменение ФСО в процессе трудовой деятельности проходит несколько фаз изменения работоспособности (рис. 1.1).

Кроме характеристик анализаторов для обеспечения безопасности труда большое значение имеют психические факторы: внимание, мышление, воля, эмоции, память, воображение и др. Со-

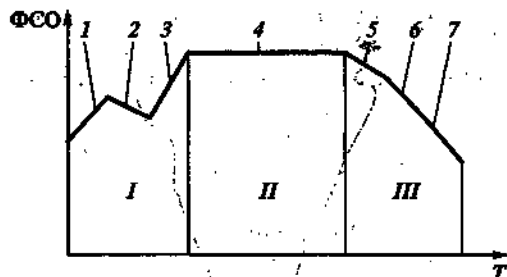


Рис. 1.1. Фазы работоспособности:

1 — фаза мобилизации; 2 — фаза первичной реакции; 3 — фаза гиперкомпенсации; 4 — фаза компенсации; 5 — фаза субкомпенсации; 6 — фаза декомпенсации; 7 — фаза срыва; I — зона встраивания; II — зона устойчивой работоспособности; III — зона устойчивого спада работоспособности.

вокупность этих качеств определяет личность. Личностные качества человека существенно влияют на безопасность труда, поэтому психология безопасности деятельности, или психология труда, составляет важное звено в структуре мероприятий по обеспечению безопасности труда в ситуации как обычной, так и аварийной.

Кроме того, на развитие утомления значительно влияют опасные и вредные производственные факторы, психологический климат, режим труда и отдыха.

Для каждого вида трудовой деятельности существуют оптимальные характеристики нагрузки, которые должны учитываться как при проектировании оборудования, так и при организации трудовой деятельности человека.

Если трудовая деятельность человека сопровождается повышенной напряженностью, вызывающей превышение установленных наукой оптимальных характеристик нагрузки, то возникает вероятность нарушения «исполнительной части» трудового действия [35], что увеличивает риск опасности. Как известно [7], современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности деятельности и пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска, суть которой заключается в стремлении к такой малой опасности, которую примет общество в данный период времени. Понятие «риск» входит в обиход технической литературы с сентября 1990 г., когда в Кельне состоялся Первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности.

Риск — это отношение числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному числу за определенный период, т.е. это частота реализации опасностей.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой

некоторый компромисс между требуемым уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Следует иметь в виду, что экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны — при увеличении затрат технический риск снижается, но растет социальный.

Ресурсы любого общества ограничены, и если вкладывают неоправданно много средств на снижение технического риска, то вынуждены урезать финансирование социальных программ — строить меньше квартир, стадионов, больниц, школ [7]. При увеличении затрат технический риск уменьшается, но растет риск социально-экономический. Это приходится учитывать при выборе уровня риска, с которым общество пока вынуждено мириться. Зависимость риска от экономической стратегии носит статистический, усредненный характер. С ее помощью можно принимать решения для общества в целом, но такие решения не обязательно совпадут с желаниями конкретных людей. Например, кто-то согласен мириться с повышенным техническим риском, если это обеспечивает высокий уровень жизни, а кто-то хочет жить без машины и видеомэгафона, но чтобы рядом с его домом не было опасных предприятий. Поэтому приходится исходить не из минимального риска, а из некоторого максимально допустимого уровня. В промежутке между этими двумя значениями лежит область, в которой у человека остается свобода выбора.

В некоторых странах (например, Нидерланды) приемлемые риски установлены в законодательном порядке. Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели обычно считается 10^{-6} в год; пренебрежимо малым считается индивидуальный риск гибели 10^{-8} в год. Максимально приемлемым риском для экосистем считается тот, при котором может пострадать 5 % видов биогенеза.

Приемлемые риски на 2—3 порядка «строже» фактических, следовательно, их введение прямо направлено на защиту человека.

Сложные проблемы возникают при измерении риска. Существуют четыре различных подхода [7]. Первый подход — *инженерный* — опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности: построение и расчет так называемых деревьев отказов и деревьев событий.

Второй подход — *модельный* — построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Эти модели могут описывать как последствия обычной работы предприятий, так и ущерб от аварий на них.

Первые два подхода основаны на расчетах, однако для таких расчетов далеко не всегда хватает надежных исходных данных.

Тогда настает очередь третьего подхода — *экспертного*: вероятности различных событий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов.

Наконец, четвертый подход, применяемый, в частности, в Нидерландах, — *социологический* — исследует отношение населения к различным видам риска (например, с помощью социологических опросов).

Переход к теории приемлемого риска несомненно открывает принципиально новые возможности повышения безопасности техносферы. К известным техническим, организационным, административным добавляются экономические методы управления БЖД: страхование, денежная компенсация ущерба, платежи за риск и т. п. Существенный вклад в снижение риска опасности могут внести не только крупномасштабные государственные, отраслевые, региональные программы, но и грамотное и оперативное решение текущих вопросов обеспечения охраны труда на каждом рабочем месте.

В России теория приемлемого риска нашла применение при отнесении предприятий к определенному классу профессионального риска (всего установлено 22 класса), с учетом которого законодательно установлены размеры тарифов страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Контрольные вопросы

1. Что такое безопасность жизнедеятельности и какова ее цель?
2. Назовите основные разделы безопасности жизнедеятельности.
3. Как классифицируются опасности?
4. Как изменяется работоспособность человека в течение рабочего дня?
5. Что такое приемлемый риск опасности?
6. Какие подходы к исследованию риска опасности применяются в настоящее время?

Глава 2

ЗАЩИТА ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

2.1. Требования безопасности к проектированию, строительству и эксплуатации машиностроительного предприятия

Проектирование и строительство промышленных предприятий регламентировано требованиями нормативных документов, включающих в себя правила, нормы, инструкции по различным аспектам гигиены и охраны труда, в частности:

- СНиП II-89—80 «Генеральные планы промышленных предприятий»;
- СНиП 31-03—2001 «Производственные здания»;
- СНиП 2.09.04—87* «Административные и бытовые здания»;
- СНиП 31-04—2001 «Складские здания»;
- СНиП 2.04.02—84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- СНиП 2.04.03—85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»;
- СНиП 41-01—2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СНиП 21-01—97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» и др.

Перечисленные документы распространяются на проектирование новых и реконструкцию существующих предприятий и регламентируют основные требования промышленной санитарии на проектирование, строительство и эксплуатацию производственных комплексов различных отраслей промышленности. В этих документах приведены значения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в рабочей зоне производственного помещения, нормы освещенности, метеорологических параметров, требования к выбору строительных площадок, санитарно-защитных зон и др.

Вопросы выбора площадки для строительства предприятия, мест водозабора, очистки, обезвреживания и спуска промышленных сточных вод согласовываются с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и другими государственными органами надзора в установленном порядке.

Предприятия располагают преимущественно за чертой населенных пунктов и лишь в исключительных случаях на территории населенных пунктов в специально выделенных промышленных районах.

Площадь промышленного предприятия определяют по формуле

$$S = \frac{Na + b}{\eta},$$

где N — число работающих на данном предприятии; a — площадь застройки на одного работающего, $a = 15 \dots 20 \text{ м}^2/\text{чел.}$; b — площадь, занятая транспортными путями, м^2 ; η — коэффициент занятости площади, $\eta = 0,35 \dots 0,50$.

Площадка промышленного предприятия должна быть расположена на ровном, возвышенном месте с небольшим уклоном, обеспечивающим отвод поверхностных вод, с низким уровнем подпочвенных вод. Обеспечение стока дождевых, талых, а также грунтовых вод имеет большое значение для благоустройства территории предприятия и снижения уровня подпочвенных вод. Уровень грунтовых вод должен быть ниже глубины устройства подвалов, туннелей и т. п. Высокий уровень подпочвенных вод недопустим, так как на предприятиях имеются подземные сооружения — туннели для электрических кабелей, трубопроводы, устройства для удаления стружки и другие, проникновение в которые грунтовых вод может быть причиной аварии.

Ровная поверхность территории предприятия обеспечивает удобство и повышает безопасность движения людей и транспортных средств. Площадка, намеченная для строительства промышленного предприятия, должна удовлетворять санитарным требованиям в отношении прямого солнечного облучения, естественного проветривания и располагаться как можно ближе к энергетическим коммуникациям (электролинии, газопроводу и др.). Господствующее направление ветров принимают по «средней розе ветров» теплого периода года на основе многолетних наблюдений.

Производственные здания и сооружения обычно располагают на территории предприятия по ходу производственного процесса. При этом их следует группировать с учетом общности санитарных и противопожарных требований, а также с учетом потребления электроэнергии, движения транспортных и людских потоков. Здания, сооружения и склады располагают по зонам в соответствии с производственными признаками.

Зона горячих цехов объединяет чугунолитейные, сталелитейные, литейные цветных металлов, кузнечные, кузнечно-прессовые и термические цехи. Эту зону располагают ближе к железнодорожной линии на территории предприятия.

В зоне обрабатывающих цехов сосредоточивают цехи холодной обработки металлов, сборочные (механосборочные) и другие, а также экспедицию и склады готовой продукции. Их располагают вблизи заготовительных цехов у главного входа как цехи с большим числом рабочих.

Зону вспомогательных цехов, в которую входят инструментальные, ремонтно-механические, электромонтажные и другие цехи, обычно размещают в центре обслуживаемых или обрабатывающих и заготовительных цехов.

В зону деревообрабатывающих цехов входят лесопильный, тарный цехи, сушилка для древесины, склады древесины. Эти цехи являются пожароопасными, поэтому их располагают возможно дальше от горячих цехов в соответствии с требованиями пожарной безопасности.

В зоне энергетических устройств размещают центральную электростанцию (ЦЭС), теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), котельные, газогенераторные станции и обслуживающие их склады топлива. Так как при работе этих установок выделяется много газов, дыма, гари, пыли, представляющих повышенную опасность, их располагают с подветренной стороны по отношению к другим зданиям.

Зона общезаводских сооружений предназначена для размещения административных, общественных, учебных, культурно-бытовых и хозяйственных зданий. Эта зона располагается у главного входа предприятия, где создается предзаводская площадка. Административное здание, поликлиника, столовая, пожарное депо должны находиться вне ограды заводской территории и иметь входы с улицы.

Взрыво- и пожароопасные объекты, а также склады горючих и легковоспламеняющихся материалов, вредных и взрывоопасных веществ следует располагать на самостоятельных участках за пределами территории предприятий на расстояниях, определяемых специальными нормами. Между этой группой зданий и сооружений и прилегающей к ней застройкой следует предусматривать защитные озелененные полосы.

Расположение на территории предприятия зданий и сооружений относительно сторон света и направления господствующих ветров должно обеспечивать наиболее благоприятные условия для естественного освещения и проветривания помещений.

Расстояние между зданиями, освещаемыми через оконные проемы, должно быть не меньше максимальной высоты до верха карниза противостоящих зданий. Между отдельными корпусами здания с полузамкнутым двором (II- или III-образная застройка) расстояние должно быть не менее 15 м, а при отсутствии вредных выделений в пространство — не менее 12 м.

Между ближайшими корпусами зданий с замкнутым со всех сторон двором санитарное расстояние должно быть не менее двойной высоты наиболее высокого из окружающих двор зданий, но не менее 18 м. В замкнутых дворах ширина сквозных проездов должна быть не менее 4,5 м.

Расстояние между зданиями с особо шумным производством и соседним должно быть не менее 100 м.

Расстояние от газгольдеров до общественных зданий устанавливается в пределах 100...150 м, до производственных и вспомогательных зданий — 24...36 м.

При определении расстояний между зданиями сопоставляют требования санитарной и пожарной опасности. Если санитарные расстояния окажутся меньшими по сравнению с противопожарными, принимают требуемое противопожарное расстояние.

Дороги и проходы на территории предприятия должны быть, как правило, прямолинейными. Ширина дорог должна соответствовать применяемым транспортным средствам, перемещаемым грузам и интенсивности движения, а также учитывать наличие встречных транспортных потоков. Проезжая часть дорог должна иметь твердое покрытие. В местах интенсивного железнодорожного движения и на основных путях движения людей устанавливают мосты-переходы над рельсовыми путями либо туннели под путями. При отсутствии этого переезды необходимо обеспечить автоматически действующими предупредительными устройствами. Безопасность движения требует, чтобы наряду с обеспечением достаточных проездов для транспортных средств были выделены особые дорожки (тротуары) для перемещения людей.

Одновременно с проектированием территории предприятия выбирают участки для жилищного строительства с учетом господствующего направления ветров. При этом учитывают проекты планирования и застройки данного населенного пункта или района, а также рельеф местности.

Жилая территория должна быть отделена от промышленного предприятия *санитарно-защитной зоной*, ширина которой устанавливается в зависимости от состава и объема вредных веществ, выделяемых объектами предприятия в окружающий воздушный бассейн. Все предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, выделяющими производственные вредности, разделены на пять классов с соответствующей шириной санитарно-защитной зоны:

- I класс — 1 000 м;
- II класс — 500 м;
- III класс — 300 м;
- IV класс — 100 м;
- V класс — 50 м.

В санитарно-защитной зоне разрешается располагать вспомогательные здания и постройки: пожарные депо, гаражи, склады и т. п.

Устройство *внутренних водопроводов* обязательно в производственных и вспомогательных зданиях для подачи воды на производственные, хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды. Правила выбора источника водоснабжения, нормы качества и расхода воды на хозяйственные нужды регламентируются СНиП 2.04.02—84*. Расход воды на производственные нужды предприятия зависит от технологических особенностей производства и определяется на основе технологических данных: в цехах со значительными тепловыделениями — 45 л на одного человека в смену, в остальных цехах — 25 л; во вспомогательных зданиях: в душевых — до 500 л/ч на одну сетку, в умывальниках — 180 ... 200 л/ч на один кран.

Для спуска производственных и хозяйственных вод в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03—85 предусматривают *канализационные устройства*.

Вспомогательные помещения промышленных предприятий (бытовые, общественного питания, здравпункты, для культурного обслуживания, управления, конструкторские бюро, для учебных занятий, кабинеты по охране труда, для общественных организаций) следует размещать, как правило, в пристройках к производственным зданиям. В случае, когда такое размещение противоречит требованиям аэрации производственных зданий и помещений или при невозможности защиты вспомогательных помещений от производственных вредных веществ, вспомогательные помещения размещают в отдельно стоящих зданиях.

Наружные стены вспомогательных помещений должны иметь такую толщину, при которой исключалась бы возможность конденсирования влаги на их внутренних поверхностях. Протяженность пристроек к производственному помещению со значительными влаго-, тепло- и газовыделениями и естественным воздухообменом не должна превышать 40 % общей протяженности наружных стен данного помещения.

Состав *санитарно-бытовых помещений и устройств* (гардеробные, уборные, умывальные, душевые и специальные бытовые помещения для вредных производств) определяется в соответствии с требованиями СНиП 31-03—2001.

Расчет площадей бытовых помещений (за исключением гардеробных для хранения одежды) производится по наибольшему числу работающих в смене. Для работников, не связанных непосредственно с производством и работающих в административно-конторских помещениях, предусматривается хранение лишь уличной одежды открытым способом. При планировании гарде-

робных, уборных, умывальных и душевых необходимо учитывать возможности изменения объема помещения при изменении численного соотношения мужчин и женщин. При наличии профессий разных групп расчет площадей бытовых помещений производят по нормам для каждой группы, а если работающие преобладающей группы составляют не менее 70 % общего числа, то расчет осуществляют по нормам для этой группы.

2.2. Требования безопасности к организации производственных процессов и промышленным объектам

Разработка, организация и выполнение производственных процессов должны соответствовать стандартам системы стандартов безопасности труда (ССБТ), межотраслевым и отраслевым правилам охраны труда (ПОТ), санитарным правилам организации технологических процессов, гигиеническим требованиям к производственному оборудованию и другой действующей нормативной технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов определены в Федеральном законе от 20.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в редакции Федерального закона от 30.12.2009 № 385-ФЗ). К категории опасных производственных объектов относятся объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества; эксплуатируется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С; используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, экскаваторы и другая грузоподъемная техника; получают расплавы и сплавы черных и цветных металлов; ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых и работы в подземных условиях.

В технологической документации на производственный процесс должны быть указаны основные и вспомогательные приспособления и инструменты, защитные и транспортные устройства и способы безопасного ведения работ.

Должны быть предусмотрены меры защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов. Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны и уровни опасных и вредных факторов не должны превышать значений, установленных стандартами и нормами охраны труда.

Организация и проведение производственных процессов должны предусматривать:

- исключение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими на них вредное воздействие;
- замену операций, где имеются опасные и вредные производственные факторы, на операции, где указанные факторы отсутствуют или имеют меньшую интенсивность;
- оптимальные режимы работы оборудования, обеспечивающие непрерывность технологического процесса, рациональный ритм работы людей, исключение возможности возникновения аварийных ситуаций;
- применение дистанционного управления в автоматизированных поточных технологических процессах, комплексной механизации и автоматизации;
- использование защитных и блокировочных устройств, средств световой и звуковой сигнализации о нарушении технологического процесса;
- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов;
- механизацию ручного труда.

Производственные процессы, при которых применяются или выделяются токсичные, раздражающие или легковоспламеняющиеся вещества, должны осуществляться в отдельных, специально оборудованных помещениях или на специально изолированных участках производственных помещений, обеспеченных средствами пожарной защиты.

Перемещение грузов массой более 20 кг или на расстояние более 25 м в технологическом процессе должно производиться с помощью подъемно-транспортных устройств или других средств механизации. В крупносерийном и массовом производстве должны применяться средства для непрерывного транспортирования изделий (транспортеры, конвейеры, рольганги и т. п.).

При проектировании, строительстве новых, реконструкции и эксплуатации действующих цехов и участков должны соблюдаться нормативные требования охраны труда и других действующих нормативных правовых актов. Эти требования распространяются на материал зданий, их этажность; объем и площадь помещений на одного работающего (соответственно не менее 15 м³ и 4,5 м² на человека, исключая площади и объемы, занятые оборудованием, коммуникациями, проходами и проездами); ширину проходов и проездов; размеры въездных ворот, проемов; устройство выходов; устройство и содержание транспортных путей, по-

лов, складских и подвальных помещений; организацию уборки и ремонта помещений.

Каждое производственное помещение должно иметь основной проход шириной не менее 2 м, выходящий на лестничную клетку или непосредственно наружу.

Ширина проездов устанавливается с учетом максимальных габаритных размеров транспортных средств с грузом плюс 0,8 м при одностороннем движении (но не менее 2,5 м), двукратной максимальной ширине используемых транспортных средств плюс 1,5 м при двустороннем движении, но не менее 4 м. Для крупных цехов ширина центрального проезда должна быть не менее 6 м.

В цехе (на участке) должно быть не менее двух рассредоточенных выходов. Выходные двери должны открываться наружу и иметь ширину не менее 0,8 м.

Входы и выходы, проходы и проезды должны быть освещены, свободны и безопасны для движения людей и транспортных средств. Загромождение проходов и проездов или использование их для складирования грузов запрещается.

Нормативы размеров между станками, станками и проездами, станками и стенами здания (колоннами), установленные в Отраслевых нормах технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки (ОНТП), в миллиметрах следующие:

Расстояние от проезда:

до задней стороны станка	500
до фронтальной стороны станка	1 000 ... 1 200*
до боковой стороны станка	500

Расстояние между станками:

между задними сторонами	700 ... 1 000
между фронтальной и задней сторонами	
(при расположении станков «в затылок»)	1 400 ... 1 800
между фронтальными сторонами	
(работные стоят друг к другу спиной)	1 900 ... 2 600
между фронтальными сторонами	
(многостаночное обслуживание)	1 400 ... 1 600
между боковыми сторонами	900 ... 1 200

Расстояние от стены (колонны):

до задней части станка	900
до фронтальной (обслуживаемой) части станка	1 300 ... 1 500
до боковой стороны станка	900

* Для крупногабаритных станков.

Размеры въездных ворот цеха и транспортных коридоров должны соответствовать максимальным габаритным размерам используемых транспортных средств или выпускаемых изделий и

должны обеспечивать свободный проход с каждой стороны шириной не менее 0,7 м, зазор по высоте — не менее 0,2 м.

Проемы в стенах производственных помещений, предназначенные для движения транспортных средств и прохода людей, должны быть оборудованы коридорами, тамбурами, завесами и другими устройствами, исключающими сквозняки и возможность распространения пожара.

Полы цехов должны быть ровными, нескользкими, влаго- и маслонепроницаемыми, устойчивыми к механическим и другим воздействиям, легко очищаться от различных загрязнений. Полы в проездах, проходах, на участках складирования грузов должны иметь прочное и твердое покрытие.

Все углубления в полу (колодцы, приямки, туннели коммуникаций) должны перекрываться снимающимися плитами необходимой прочности с нескользкой (рифленой) поверхностью или ограждаться перилами высотой не менее 1 м, с зашивкой по низу высотой не менее 150 мм.

Специальные требования нормативных документов предъявляются к организации отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и его аспирации; освещению; методам и средствам снижения шума и вибраций; санитарно-бытовому обслуживанию работников; очистным сооружениям для очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод; мерам обеспечения пожарной безопасности.

Отопление, вентиляция, аспирация и кондиционирование воздуха должны обеспечивать на рабочих местах содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, не превышающее норм ГОСТ 12.1.005—88*, а также метеорологические условия, соответствующие указанному стандарту и гигиеническим требованиям к микроклимату производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548—96).

Естественное и искусственное освещение производственных помещений должны соответствовать СНиП 23-05—95*. Устройство и эксплуатация осветительных установок должны соответствовать ГОСТ 15597—82, Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей и Межотраслевым правилам по охране труда (правилам безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М-016—2001). Применение ламп без арматуры не допускается.

Уровни шума и вибраций на рабочих местах не должны превышать величин, установленных ГОСТ 12.1.003—83*, ГОСТ 12.1.012—2004, СН 2.2.4/2.1.8.562—96, ГН 2.2.4/2.1.566—96. Зоны с уровнем шума более 80 дБ А должны иметь знаки безопасности. Работающих в этих зонах необходимо снабжать средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Не допускается пребывание лю-

дей в зонах с уровнем звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Производственное оборудование, способное передавать вибрации на рабочие места, должно устанавливаться с учетом обеспечения виброизоляции.

Очистные сооружения, станции перекачки и прочие установки для сточных вод должны соответствовать требованиям СНиП 2.04.01—85* и СНиП 2.04.03—85. Производственные сточные воды перед их сбросом должны подвергаться первичной очистке путем обработки реагентами, отстаивания, а при необходимости и фильтрования. Сброс загрязненных производственных вод в поглощающие колодцы и боровые скважины, сброс отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в общую систему канализации и водоемы без их предварительной очистки не допускается.

Обеспечение пожарной безопасности должно соответствовать требованиям СНиП 21-01—97, ГОСТ 12.1.004—91 и Правилам пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01—03) с учетом категорий помещений и зданий по пожаровзрывоопасности: наличие нормированного количества первичных и других средств пожаротушения систем пожарной сигнализации автоматического действия, строгое соблюдение противопожарного режима и других мер пожарной безопасности.

Планировка рабочих мест должна обеспечивать свободный проход, доступ к пультам и органам управления оборудованием, удобство и безопасность действий при выполнении трудовых операций и отвечать требованиям ГОСТ 12.3.002—75* к организации рабочего места.

Проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными.

На рабочих местах должны быть предусмотрены площадки, на которых располагают стеллажи, тару, столы и другие устройства для размещения оснастки, материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства.

Рабочие места должны находиться вне линии движения грузов, переносимых грузоподъемными средствами.

На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные трапы на всю длину рабочей зоны по ширине не менее 0,6 м от наиболее выступающих частей станка.

Обработанные и необработанные детали должны складироваться только на отведенных для этой цели местах так, чтобы они не загромождали рабочее место, и способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство зачаливания при использовании грузоподъемных механизмов. Высота штабелей деталей и заготовок не должна превышать 1 м. Не допускается укладка деталей в проходах. Для мелких деталей, заготовок и отходов должна быть преду-

смотрена специальная тара. При укладке длинномерных изделий, заготовок и материалов для удобства зачаливания между ними должны быть уложены прокладки.

Для хранения инструмента и небольших, но часто используемых приспособлений и оснастки рабочие места должны быть оборудованы шкафами, стеллажами, этажерками и т. п. Крупногабаритные и периодически используемые оснастку и приспособления рекомендуется хранить на механизированном складе. Освобождающаяся тара и упаковочные материалы должны своевременно удаляться с рабочих мест в специально отведенные для этой цели накопители.

Пульты управления оборудованием и контрольно-измерительные приборы должны быть удобно расположены в легкодоступном месте с соблюдением требований эргономики по ГОСТ 22269—76 и ГОСТ 23000—78.

Требования безопасности предъявляются также к специальным помещениям и площадкам для хранения заготовок и материалов, их расположению; способам хранения вредных и горючих материалов, их учету; к хранению и транспортировке СОЖ, абразивного, эльборового и уникального инструмента; сбору, сортировке и кратковременному хранению отходов и обтирочного материала.

Цехи должны иметь специально оборудованные, благоустроенные подъездные пути, внутрицеховые подъемно-транспортные средства и соответствующие им проезды.

В межотраслевых и отраслевых ПОТ регламентируются также требования к *производственному персоналу*. К эксплуатации оборудования и выполнению технологических процессов колочной обработки металлов допускаются лица соответствующей профессии, специальности и квалификации, прошедшие обучение и инструктаж по охране труда.

Руководители и специалисты должны иметь образование и профессиональную подготовку, соответствующие их должности, а рабочие — профессиональную подготовку в объеме требований квалификационных характеристик и практические навыки в выполнении производственных операций.

Допуск к самостоятельной работе вновь принятых работников может быть осуществлен только после стажировки на рабочем месте.

К выполнению работ, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности труда, допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие профессиональные навыки, прошедшие обучение безопасным методам и приемам ведения таких работ и получившие соответствующие удостоверения.

Все работники организации независимо от степени участия в производственном процессе обязаны в соответствии с характером

выполняемых работ регулярно проходить первичный инструктаж на рабочем месте и проверку знаний по охране труда. Все проверки и инструктажи по охране труда должны фиксироваться в специальном журнале.

Обучение и проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов должны проводиться не реже 1 раза в 3 года.

Лица, не прошедшие в установленном порядке обучение, инструктаж и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда или получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются и в течение 1 мес должны пройти повторную проверку.

Персонал, допускаемый к обработке горючих, взрывоопасных и вредных веществ, должен знать правила безопасности (ПБ) при обращении с ними, их свойства, признаки отравления и другие признаки вредного воздействия на организм и способы оказания первой доврачебной помощи.

Производственный персонал должен быть обучен приемам освобождения человека от действия электрического тока и оказания пострадавшему первой доврачебной помощи, а также приемам оказания первой доврачебной помощи пострадавшим при других несчастных случаях.

Специалисты, ответственные за безопасное проведение погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, а также работники, которым по роду выполняемой работы необходимо иметь дело с перемещением грузов грузоподъемными кранами и подъемными устройствами, должны пройти обучение по профессии стропальщика в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00). Все они не реже 1 раза в 12 мес должны проходить аттестацию и иметь удостоверение на право проведения этих работ.

Работники, пользующиеся предохранительными приспособлениями и СИЗ (респираторами, противогазами и т.п.), должны проходить тренировку и специальный инструктаж по правилам пользования и способам проверки исправности этих средств и иметь навыки по их применению.

Специалисты и работники, связанные с эксплуатацией и обслуживанием объектов, подконтрольных органам технического надзора, проходят обучение и допускаются к работе согласно требованиям соответствующих норм и правил.

К работе, связанной с воздействием вибрации, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр.

Порядок обучения, проверки знаний и допуска к работе персонала, связанного с обслуживанием электроустановок, должен соответствовать требованиям ПУЭ.

Запрещается допуск к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение, инструктаж и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда.

2.3. Методы и средства обеспечения безопасности технологического оборудования и производственных процессов

Безопасность производственного оборудования — сохранение соответствия требованиям безопасности труда при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией. Производственное оборудование вне зависимости от того, в какой отрасли и на каком предприятии его устанавливают, должно отвечать требованиям, изложенным в соответствующем стандарте безопасности труда.

Производственное оборудование должно быть безопасным при монтаже и демонтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении, при использовании отдельно или в составе технологических систем. В процессе эксплуатации оборудование не должно выделять вредные вещества в окружающую среду выше установленных норм. Наряду с этим оборудование должно быть пожаровзрывобезопасным.

Составные части производственного оборудования (в том числе провода, трубопроводы, кабели и т. п.) выполняют с таким расчетом, чтобы исключалась возможность их случайного повреждения, вызывающего опасность. Движущиеся части оборудования, если они являются источником опасности, ограждают, за исключением частей, ограждение которых не допускается их функциональным назначением. В случаях, если исполнительные органы машин представляют опасность для людей и не могут быть ограждены, предусматривают сигнализацию, предупреждающую о пуске машины в работу, и средства останова и отключения от источников энергии.

Элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок и поверхностей с неровностями, представляющих источник опасности, если их наличие не определяется функциональным назначением оборудования. При конструировании оборудования следует предусматривать сигнализацию, а в необходимых случаях — средства автоматического останова или отключения от источников энергии при опасных неисправностях и режимах работы, близких к опасным.

Конструкцией оборудования должна быть предусмотрена также защита от поражений электрическим током, включая ошибочные действия обслуживающего персонала. С этой целью токове-

душние части оборудования надежно изолируют или ограждают либо располагают в недоступных для людей местах. Для удаления образовавшихся в процессе работы вредных и пожаровзрывоопасных веществ непосредственно от мест их образования и скопления предусматривают встроенные устройства или места для установок таких устройств (например, взрыворазрядных), не входящих в конструкцию оборудования. Конструкция оборудования должна обеспечивать снижение до регламентированных уровней шума, вибраций, иметь местное освещение.

Перед пуском машины в работу необходимо убедиться, что около движущихся частей никого нет. Не разрешаются пуск и работа оборудования с неисправными или снятыми ограждениями. Во избежание травмирования при работе машин и оборудования на ходу запрещается снимать и надевать приводные ремни, регулировать натяжение цепей или ремней; снимать ограждения; подтягивать болтовые соединения; регулировать и устранять всякого рода неисправности. Все оборудование должно быть в полной исправности; эксплуатация технически неисправного оборудования запрещается.

При возникновении поломок, нарушений режима работы оборудования, нарушении работником ПОТ и в других случаях имеют место механические опасности.

Механические опасности могут возникнуть у любого объекта, способного причинить человеку травму в результате неспровоцированного контакта объекта или его частей с человеком. Риск подвергнуться такому контакту наблюдается при взаимодействии человека с объектом в трудовом процессе и при случайном прохождении человека в пределах действия объекта в опасной зоне оборудования. Опасная зона (нокосфера) — это пространство, в котором возможно действие на работающего опасного и (или) вредного производственного фактора. Размеры опасной зоны могут быть постоянными (зона между ремнем и шкивом, зона между вальцами и т. п.) и переменными (поле прокатных станов, зона резания при изменении режима и характера обработки и т. п.).

Условия, создающие риск потенциальной опасности механического воздействия объекта на человека, можно подразделить следующим образом: предусмотренные самим оборудованием, станками, прессами и т. д.; приводящие к опасностям из-за недостатков в монтаже и конструкции объекта (обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т. п.), возникающие вновь при изменении технологического процесса и применении другого (по сравнению с ранее принятым в проекте) типа оборудования; зависящие от человека (психофизиологические особенности, целевое устремление, отношение к культуре производства и т. п.).

В ГОСТ 12.0.003—74* приведена классификация опасных и вредных производственных факторов, в которой предусмотрено разделение их по природе действия на физические, химические, биологические и психофизиологические. Эта классификация не выделяет факторы, которые непосредственно связаны с механическими опасностями, с воздействием объекта на человеческий организм.

К опасностям, механически воздействующим в промышленности на организм человека, относятся движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструмента и оборудования; расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола); макроорганизмы; физические перегрузки (статические; динамические).

К перечисленным нужно добавить следующие воздействия, не связанные с механическим проявлением: коррозия; действие сосудов, работающих под давлением; горячие поверхности; скользкие поверхности; воздействие на человека тяжестей при подъеме, опускании и переносе материалов и оборудования.

Основные травмирующие факторы в машиностроении распределяются следующим образом [3]: оборудование (41,9 %), падающие предметы (27,7 %), падение персонала (11,7 %), заводской транспорт (10 %), нагретые поверхности (4,6 %), электрический ток (1,6 %), прочие (2 %). К наиболее травмоопасным относятся профессии водителя (18,9 %), тракториста (9,8 %), слесаря (6,4 %), электромонтера (6,3 %), газомонтера (6,3 %), газосварщика (3,9 %), разнорабочего (3,5 %).

В зависимости от возможности предохранения человека в условиях взаимодействия его с потенциально опасными техническими объектами применяются два основных метода защиты персонала от механических опасностей:

- обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;
- применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора.

Первый метод состоит в пространственном или временном разделении гомосферы (рабочей зоны) и ноосферы (опасной зоны); к нему относится все, что связано с конструктивными особенностями как самих машин и оборудования, так и устройств, ограждающих и блокирующих опасные зоны. Недоступность может быть обеспечена размещением опасных объектов на недосягаемой высоте, под прикрытием или в трубах.

Ко второму методу относятся собственно приспособления, с помощью которых обеспечивается безопасность взаимодействия с опасными частями машин и оборудования, в том числе дистанционное управление, устройства, автоматически прекращающие работу станка, или работу агрегата, или подачу энергии в систему либо отводящие часть энергии в другое русло.

Основными нормативными документами для конструкторов, технологов, организаторов производства по созданию безопасного производственного оборудования и технологических процессов являются стандарты ССБТ. Сложно перечислить все действующие в настоящее время стандарты этой системы, любой из которых может потребоваться проектировщику, технологу или производственнику в различных ситуациях. При проектировании металлорежущих станков и организации рабочих мест станочников, как минимум, требуется использование следующих стандартов:

ГОСТ 12.2.003—91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.2.009—99 «ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.2.049—80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования»;

ГОСТ 12.2.061—81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;

ГОСТ 12.3.002—75* «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.3.025—80* «ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности»;

ГОСТ 12.1.005—88* «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

ГОСТ Р 12.4.026—2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

В перечисленных и других нормативных документах содержатся требования к ограждениям, блокировкам, сигнализации и другим средствам коллективной безопасности, вспомогательному оборудованию и инструментам, режимам работы оборудования, размерным и гигиеническим характеристикам рабочих мест и многие другие требования, соблюдение которых на стадиях проектирования, установки и эксплуатации оборудования обеспечивает безопасность и удобство работы человека.

Средства, призванные обеспечить безопасность труда, подразделяют:

- на средства коллективной защиты (СКЗ), обеспечивающие защиту всех работающих на участке;

• СИЗ, повышающие защитные свойства человека, к которым относится также и обучение взаимодействию с оборудованием в опасной зоне.

Средства индивидуальной защиты реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов; дистанционном управлении оборудованием; определении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, звуковой и световой сигнализации; осуществлении сигнальной окраски; использовании тормозных и выключающих устройств.

Средства индивидуальной защиты обеспечивают защиту отдельного человека или его органов с помощью специальной одежды, обуви, защитных касок, масок, а также светофильтров, вибро- и шумозащитных устройств.

В процессе проектирования технологического оборудования и его эксплуатации необходимо применять устройства, либо исключающие возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающие риск опасности контакта. Общими требованиями к средствам защиты являются учет индивидуальных особенностей оборудования, инструмента, приспособления или технологических процессов; надежность, прочность, удобство обслуживания машин и механизмов в целом, включая средства защиты.

Организационно максимальная безопасность труда обеспечивается применением оградительных, предохранительных и блокирующих устройств, установкой сигнализации, а в особо опасных случаях — применением дистанционного управления (ГОСТ 12.4.125—83).

Оградительные устройства (ограждения) применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки, падающих ударных элементов машин и т.д. Конструктивно оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными (съемными) и переносными.

Стационарное ограждение (полное или частичное) выполняется таким образом, чтобы пропускать обрабатываемую деталь, но не пропускать руки рабочего вследствие небольших размеров соответствующего технологического проема. Такое ограждение обычно демонтируют

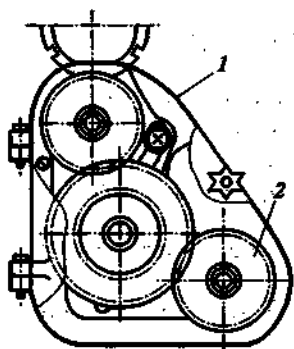
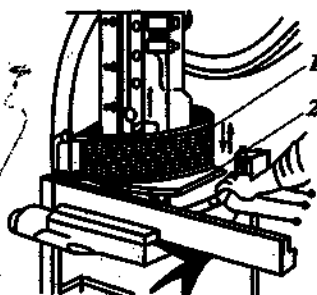


Рис. 2.1. Стационарное ограждение (кожух зубчатой передачи):

1 — ограждение; 2 — зубчатая передача

Рис. 2.2. Подвижное ограждение:

1 — ограждение; 2 — рабочая зона



лишь при смене режущего инструмента, смазке, контрольных измерениях и профилактическом ремонте (рис. 2.1).

Подвижные (съемные) устройства представляют собой устройства, блокированные с рабочими органами механизма или машины, и закрывают доступ в рабочую зону только при наступлении опасного момента, в остальное время эта зона открыта. Наиболее широко эти устройства распространены в станкостроении (рис. 2.2).

Переносные ограждения выполняются чаще всего как временные. Их используют при ремонтных и наладочных работах, для защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям, а также от механических травм и ожогов. При необходимости ограждения должны быть заблокированы с механизмом машины. Проверка надежности ограждения включает в себя не только проверку его размеров, но и проверку на динамическую прочность.

Предохранительные устройства предназначены для автоматического отключения подвижных агрегатов и машин при отклонении от нормального режима работы. К ним относятся ограничители хода, изготовленные в виде упоров, концевых выключателей и т. п. В случае работы на больших скоростях передвижения они сочетаются с тормозными устройствами.

В качестве предохранительных устройств от перегрузки машин и станков в конструкцию машины вводят «слабое» звено. Эти устройства представляют собой детали или узлы машины, которые разрушаются (не срабатывают) при перегрузках. К ним относятся срезные штифты, шпонки; фрикционные муфты, не передающие движение при чрезмерных крутящих моментах; плавкие предохранители; разрывные мембраны в установках с повышенным давлением и т. д. «Слабые» звенья могут быть или с автоматическим восстановлением (муфта трения), или с необходимой заменой разрушенного элемента.

Блокировочные устройства либо исключают возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне. Устройства могут быть механическими, электромеханическими, радиационными и других типов.

При использовании механической блокировки обычно, чтобы снять ограждение, нужно затормозить и полностью остановить

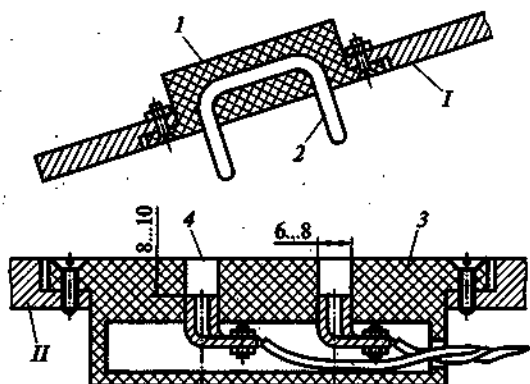


Рис. 2.3. Электромеханическая блокировка съемного ограждения:

I — изоляционная колодка ограждения; 2 — скоба; 3 — изоляционная колодка корпуса оборудования; 4 — контакты; *I* — ограждение; *II* — корпус оборудования

привод машины, иначе рычаг не дает снять ограждение; при снятом ограждении агрегат невозможно пустить в ход.

Электромеханическая блокировка заключается в том, что человек, поворачивая, например, рукоятку дверцы, размыкает электрическую цепь, и установка обесточивается. Чтобы снова включить установку, нужно вначале закрыть дверцу и повернуть рукоятку. Цепь замкнется. На рис. 2.3 показана электромеханическая блокировка съемного ограждения, применяемого для предотвращения ошибочного пуска механизма привода оборудования при снятом ограждении. Ограждение *I* снабжено изоляционной колодкой *I* с вмонтированной в нее металлической скобой 2. Корпус оборудования *II* снабжен заглубленными в изоляционную колодку 3 контактами 4 с присоединенными к ним проводами. При установке ограждения на место штыри скобы 2 входят в заглубление и замыкают контакты электрической цепи, обеспечивая тем самым возможность пуска привода оборудования. При снятом ограждении контакты электрической цепи разомкнуты, и пуск привода не возможен.

Электрическая блокировка применяется в электроустановках с напряжением 500 В и выше, в различных видах технологического оборудования с электроприводом и обеспечивает возможность включения оборудования только при наличии ограждения. Обычно в ограждение встраивают один из контактов концевого выключателя, поэтому при открытом или снятом ограждении электрическая цепь системы разомкнута.

Фотоэлектрическая блокировка основана на принципе преобразования в электрический сигнал светового потока, падающего

на фотоэлемент (фотосопротивление). Если опасную зону огранить световыми лучами, то пересечение луча вызывает изменение фототока и приводит в действие исполнительные механизмы защиты или отключения установки.

На рис. 2.4 приведена схема фотоэлектрической блокировки пресса. На тяге 2 педали установлен блокировочный электромагнит 1. Справа и слева от рабочего стола пресса расположены фотореле 4 и осветитель 3 фотореле. Если световой луч падает на фотоэлемент, то включение пресса путем нажатия на педаль возможно, так как цепь замкнута. Если в рабочей зоне оказалась рука рабочего, то световой поток прерывается, цепь размыкается и педаль не срабатывает.

Радиационная блокировка основана на улавливании радиоактивного излучения, направленного от источника, укрепленного с помощью специального браслета на руках работающего, измерительно-командным устройством (например, счетчиком Гейгера), воздействующим на тиратронную лампу, от которой приводится в действие реле. Контакты реле либо разрывают цепь управления, либо воздействуют на пусковое устройство. Такая блокировка рассчитана на работу без замены в течение десятков лет, одинаково надежна как в агрессивной среде, находящейся под большим давлением, так и в среде, находящейся под воздействием высокой температуры.

Сигнализирующие устройства дают информацию о работе технологического оборудования и об изменениях в течение процесса, предупреждают об опасностях, сообщают о местонахождении последних. Системы сигнализации об опасностях соответственно подразделяются на оперативную, предупреждающую и опознавательную (сигнальные цвета и знаки безопасности).

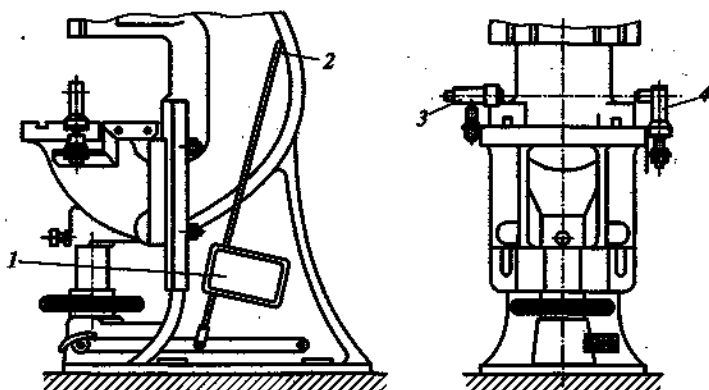


Рис. 2.4. Схема фотоэлектрической блокировки пресса:

1 — электромагнит; 2 — тяга; 3 — осветитель фотореле; 4 — фотореле

Дистанционное управление применяется там, где по условиям технологии в зоне работы машин и механизмов находиться опасно. Параметры режимов работы в этих случаях контролируются дистанционно с помощью датчиков контроля, сигналы от которых поступают на пульт управления агрегатом или роботизированным комплексом.

Рассмотрим реализацию общих требований и положений охраны труда к обеспечению безопасности труда в конкретных условиях машиностроительного или приборостроительного предприятия, наиболее характерных для персонала, связанного с эксплуатацией электрооборудования.

На любом предприятии *ремонтно-монтажные работы* — составная часть производства. Для обеспечения нормальной и безопасной эксплуатации цехов регулярно проводят планово-предупредительные ремонты оборудования и другие виды работ. Необходим периодический ремонт зданий и сооружений.

При проведении ремонтных работ нарушение установленных правил техники безопасности может привести к воздействию на работающих некоторых опасных и вредных производственных факторов: движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы оборудования, физические перегрузки и др. Кроме того, в результате неправильных действий работающих возможны падения предметов, оборудования при их подъеме и перемещении, а также падения работающих с высоты. Нарушение правил ведения ремонтных работ во взрывоопасных цехах может привести к взрыву пылевоздушных смесей и другим авариям.

В ПОТ определены порядок и меры безопасности при проведении ремонтных работ. Ремонтные работы в производственных помещениях действующего цеха, завода можно проводить только с разрешения начальника цеха, завода или главного инженера предприятия. Прежде чем начать работы по ремонту, демонтажу и монтажу оборудования, руководитель этих работ должен проинструктировать работающих по безопасным методам труда, акцентируя при этом их внимание на необходимости обеспечения безопасности для работающих на смежных или близко расположенных производственных участках. При проведении сложных работ по ремонту, которые могут нарушить безопасность работающих на смежных участках, место работы ограждают.

Работы по ремонту оборудования выполняют только после полной его остановки, при выключенном напряжении и снятых приводных ремнях. До конца ремонта возле пускового устройства ремонтируемой машины вывешивают предупредительную надпись «Не включать, ремонт!». В производственных помещениях нередко приходится ремонтировать оборудование или производить замену воздухопроводов с мостков на высоте более 1,3 м. В этих

случаях следует использовать подмости или специальные лестницы, имеющие площадки и перила высотой 1 м, со сплошной их зашивкой по низу на 0,2 м.

Иногда во время ремонтных работ приходится применять приставные лестницы, которые в зависимости от поверхности пола на нижних концах должны иметь упоры в виде острых металлических шпиров или резиновых наконечников. Приставные лестницы изготавливают в соответствии с требованиями ССБТ. Расстояние между ступенями переносных лестниц и раздвижных лестниц-стремянкок не должно быть более 0,25 м и менее 0,15 м. Раздвижные лестницы-стремянки оборудуют устройствами, исключающими возможность их самопроизвольного раздвижения. При пользовании приставными лестницами рекомендуется их верхние концы прикреплять к прочным конструкциям-балкам, элементам каркаса (нельзя прикреплять к воздуховодам).

Если приходится выполнять наружные работы по ремонту и монтажу самотечных труб, воздуховодов, циклонов и подобных элементов, расположенных на высоте, то рабочих снабжают предохранительными поясами, касками и канатами. Рабочие должны уметь пользоваться предохранительными средствами, без которых их нельзя допускать к работе. При этом заранее определяют места закрепления каната. Пояса каждые 6 мес испытывают на статическую нагрузку в 300 кг в течение 5 мин.

Кроме того, при работе на высоте применяют люльки и лебедки. Каждый раз перед началом работы тщательно осматривают подъемные механизмы и предохранительные приспособления, проверяют прочность застроповки. Работы на высоте, по подъему и перемещению оборудования выполняют под непосредственным наблюдением работника, несущего ответственность за их безопасное проведение.

Запрещено одновременное проведение работ по ремонту, демонтажу и монтажу оборудования в двух и более ярусах по одной вертикали без соответствующих защитных устройств (настилов, сеток, козырьков), обеспечивающих их безопасную работу на всех отметках. При производстве работ под монтируемым или демонтируемым оборудованием предусматривают подводку под оборудование прочно скрепленных опорных приспособлений. Если устанавливаемые в вертикальном положении крупные узлы оборудования не имеют достаточной устойчивости, то следует раскреплять их при монтаже не менее чем тремя расчалками. Их можно снимать только после окончательного закрепления оборудования. Демонтируя оборудование, также необходимо следить за устойчивостью оставшихся узлов оборудования.

При выполнении работ во взрывоопасных помещениях запрещено применять открытый огонь, механизмы и приспособления,

связанные с возможностью искрообразования. Отогревание оборудования допустимо только паром или горячей водой. Промасленные обтирочные материалы собирают в стальные контейнеры и затем удаляют из помещения.

Резку, гибку, обработку труб и других металлических профилей осуществляют вне монтажных подмостей. Нельзя проверять пальцами рук совпадение болтовых отверстий; их проверку выполняют специальными приспособлениями (оправками). При необходимости проведения гидравлических испытаний трубопроводов и оборудования лица, проводящие эти работы, должны быть ограждены экраном на случай возможного выбивания заглушки. После окончания ремонтных работ опробование технологического оборудования под нагрузкой проводят только после устранения дефектов, обнаруженных при опробовании вхолостую.

Ремонтные работы выполняют с применением различного ручного инструмента, от исправности которого во многом зависит их безопасность. Ручной инструмент в процессе использования изнашивается, изменяются его форма и размеры, нередко появляются трещины и изломы. С таким инструментом нельзя работать, потому что монтаж и демонтаж оборудования нередко связаны со значительными усилиями, что может привести к поломке неисправного инструмента и травмированию работающих.

Нельзя работать с зубилом, молотком, на бойках которых сбита поверхность, образовались трещины и заусенцы, так как при пользовании ими могут отскочить кусочки металла от разбитой ударной поверхности и травмировать рабочего. Наибольшую опасность такой инструмент представляет для глаз. Для устранения этих дефектов следует выправить бойки на абразивных кругах. Длина зубил, бородков и другого инструмента должна быть достаточной (не менее 150 мм) для их безопасного удержания во время работы рукой.

Часто рабочие, занятые на ремонтных работах, применяют гаечные ключи. Зевы исправных гаечных ключей имеют параллельные губки, расстояние между которыми соответствует размеру, указанному на ключе. При использовании ключей с деформированным зевом может произойти срыв ключа с гайки. Торцовые и накидные ключи, которые используют для работы с гайками и болтами, расположенными в неудобных местах, должны быть без смятых граней и трещин в головках. Срыв ключей с граней гайки или головки болта приводит к ушибам и ранениям рук, а в некоторых случаях и к падению рабочих, поэтому следует применять ключи только соответствующего размера. Нельзя вставлять в слишком широкий зев ключа различные прокладки для подгонки к размерам гайки или головки болта. Не рекомендуется также

удлинять плечо ключа или другого инструмента, надевая куски труб или другим образом.

На заостренные концы напильников, стамесок, шаберов и другого инструмента необходимо насаживать круглые деревянные ручки с металлическими бандажными кольцами, которые предохраняют раскалывание ручки.

В ходе ремонтов слесарные работы выполняют в мастерской, при этом основное внимание следует уделять организации рабочего места. Удобство работы слесаря обеспечивается, когда верстак соответствует росту работающего. При правильной установке тисков на верстаке локоть согнутой руки должен касаться верхней части тисков. Верстак и тиски закрепляют так, чтобы во время работы они не смещались. Губки тисков должны иметь насечку и надежно удерживать обрабатываемую деталь.

Зубило следует держать всеми пальцами левой руки на расстоянии 20...25 мм от головки. Верстак и тиски очищают от пыли и металлической стружки щетками, а не ветошью или руками. Разлитое на полу масло и другие жидкости следует засыпать песком или опилками и немедленно убрать.

При выполнении жестяницких работ по заготовке деталей во избежание травмирования рук острыми и зазубренными краями листов кровельной и тонколистовой стали надевают рукавицы. Рычажные и другие ножницы устанавливают в хорошо освещенном месте. Для загибания листовой стали применяют оправки, прочно прикрепленные к верстаку.

Электросварочные работы сопровождаются излучением не только ярких световых невидимых ультрафиолетовых, но и инфракрасных тепловых лучей. Видимые световые лучи ослепляют и вызывают неприятные ощущения, ультрафиолетовые лучи могут вызвать заболевание глаз — электроофтальмию.

Наряду с этим происходит загрязнение воздуха рабочей зоны тонкодисперсной пылью и газами — сварочным аэрозолем, который возникает над электрической дугой. Его химический состав зависит от вида свариваемого металла, а также металла, из которого изготовлены стержень и покрытия электродов. Чаще всего используют стержни из стали, поэтому пыль, образующаяся при сварке, на 50...70 % состоит из оксидов железа. В аэрозоли, кроме того, содержится диоксид кремния, который поступает из покрытия электродов.

При сварке электродами руднокислого типа с высоким содержанием в их покрытии соединений марганца выделяется большое количество оксидов марганца. Если сварку ведут электродами фтористо-кальциевого типа, то в аэрозоле присутствуют фтористые соединения. Диоксид кремния отрицательно воздействует на органы дыхания; к оксидам марганца наиболее чувствительна

нервная система. В последнее время разработано рутиловое покрытие для электродов со значительно меньшим образованием пыли и оксидов марганца. Однако и это покрытие не полностью избавляет от вредного воздействия аэрозоля, поэтому необходимо вентилировать помещения, в которых идет сварка.

Для обеспечения безопасности электросварочных работ основное внимание уделяют защите работающих от поражения электрическим током. Для этого сварочные аппараты и их узлы, сварочные столы, а также свариваемые конструкции надежно заземляют, а рукоятки электрододержателей изолируют (обычно их изготавливают из диэлектрического и теплоизолирующего материала).

Однофазный сварочный трансформатор подключают при помощи трехжильного гибкого кабеля, третью жилу которого используют для заземления корпуса сварочного трансформатора. Запрещено применять двухжильный кабель с использованием для заземления рабочего провода. Зажим-вывод обмотки низшего напряжения сварочного трансформатора присоединяют к свариваемой детали и одновременно заземляющим проводником к болту заземления на корпусе сварочного трансформатора. Провода, идущие к аппарату и местам сварки, должны быть гибкими, иметь хорошую изоляцию, должны быть защищены от механических повреждений.

Питание электрической дуги можно осуществлять только через сварочный трансформатор или от сварочного генератора и выпрямителя, которые включают в электрическую сеть посредством рубильников закрытого типа. В передвижных сварочных установках обратный провод изолируют, как и провод, присоединяемый к электрододержателю. Это требование необязательно, если само свариваемое изделие является обратным проводом. Запрещено использовать в качестве обратного провода контур заземления, водопровод, газопровод, металлические конструкции зданий и технологического оборудования.

Газоэлектросварочные работы применяют при заварке трещин многих узлов и деталей, изготовленных из листовой стали, этим же сварочным оборудованием осуществляют и резку различных металлических конструкций. Газосварочные работы выполняют с использованием ацетиленовых генераторов, кислородных баллонов и сварочных горелок. Ацетиленовые генераторы предназначены для получения газообразного ацетилена разложением карбида кальция водой.

По технологии получения ацетиленовые генераторы подразделяют на два типа:

- газовые генераторы системы «карбид на воду», в которых куски карбида сбрасываются из загрузочного бункера в воду, нахо-

дующуюся в замкнутом газообразователе, где и происходит разложение карбида; такой генератор дает полное разложение карбида кальция в воде и менее взрывоопасен;

- газовые генераторы системы «вода на карбид», в которых вода подается к карбиду небольшими порциями. Карбид разлагается в небольшом количестве воды, постепенно превращаясь в жидкую гашеную известь. Эти генераторы более просты по конструкции, удобны в эксплуатации, но более взрывоопасны.

На предприятиях наиболее распространены переносные ацетиленовые генераторы ГВР-1,25, ГНВ-1,25 и АНВ-1. Ацетиленовый генератор ГВР-1,25 производительностью 1,25 м³/ч предназначен для питания ацетиленом одного сварочного поста, работает по комбинированной системе «вытеснение воды» в сочетании с системой «вода на карбид». Для подготовки газового генератора к работе его предварительно осматривают, затем наливают воду в корпус. После этого заполненную карбидом корзину вставляют в реторту газового генератора и плотно закрывают крышкой. Перед отбором ацетилена продувают газовый генератор, водяной предохранительный затвор и шланг для удаления взрывоопасной ацетиленово-воздушной смеси. Неисправные шланги с подмоткой изоляционной лентой или другими материалами к работе не допускают.

Не подлежат эксплуатации газовые генераторы, имеющие дефекты, а также самодельные ацетиленовые генераторы. Температура в газовом генераторе во всех случаях выработки газа не должна превышать 50 °С, давление в корпусе — 0,7 МПа. В помещениях, где устанавливают газовые генераторы, необходимо соблюдать все меры взрывобезопасности, в том числе обесточивать электрическую проводку. Во избежание взрыва нельзя курить при погрузке и разгрузке барабанов с карбидом кальция, сбрасывать их с высоты или наносить по ним удары. Особую осторожность следует соблюдать при вскрытии барабанов. Применяемый инструмент при этом должен быть из неискрящихся материалов.

Ацетиленовые генераторы запрещено устанавливать в котельных, кузницах, вблизи воздухозаборников, вентиляторов, воздуходувок, а также в проходах и проездах, в местах скопления людей. При газосварочных работах часто возникают обратные удары пламени. Для предохранения от взрыва ацетиленового генератора или баллона с растворенным ацетиленом при обратном ударе, в результате которого могут быть травмированы люди, между горелкой и газовым генератором или баллоном ставят предохранительный водяной затвор низкого давления (рис. 2.5).

По пропускной способности выбирают такие затворы, которые соответствуют максимальной производительности ацетилено-

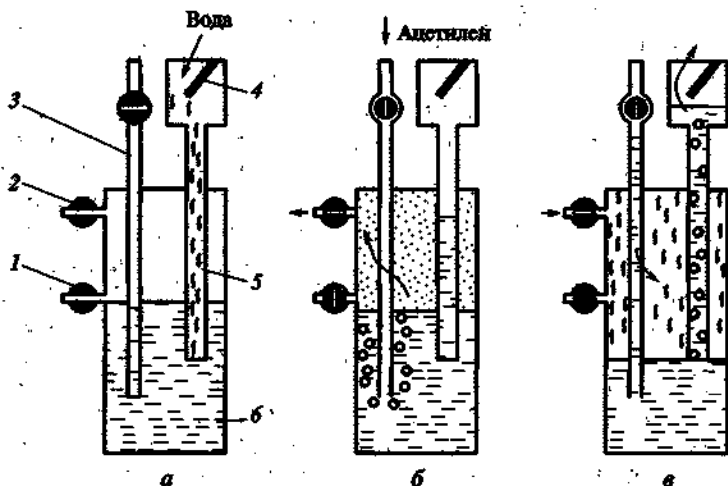


Рис. 2.5. Схема работы предохранительного водяного затвора низкого давления:

а — заполнение затвора водой; *б* — нормальная работа затвора; *в* — момент обратного удара пламени; 1 — контрольный кран; 2 — край; 3 — газоподводящая трубка; 4 — воронка с отбойником; 5 — предохранительная трубка; 6 — цилиндрический сосуд

вого генератора. Эксплуатация газовых генераторов без водяных затворов недопустима.

Перед началом работы необходимо проверить уровень воды в предохранительном водяном затворе. Понижение или повышение уровня воды в водяном затворе во время работы не допускается. Это связано с тем, что при понижении уровня воды затвор не предохраняет ацетиленовые генераторы или баллон с ацетиленом от взрыва при обратном ударе. Большое количество воды затрудняет проход ацетилена через затвор. После каждого обратного удара из затвора низкого давления выбрасывается часть воды, поэтому затвор необходимо пополнять водой.

В затворах среднего давления при сильных обратных ударах разрывается предохранительная мембрана, которая после этого подлежит замене. Один раз в месяц затвор следует очищать и промывать.

Баллоны с кислородом на постоянном месте сварки рекомендуется устанавливать в специальном шкафу с наружной стороны помещения. На временном рабочем месте баллоны укрепляют в вертикальном положении хомутом или цепью, устанавливают на расстоянии не ближе 5 м от источника открытого огня и не ближе 1 м от электропроводов и радиаторов отопления.

Перед присоединением редуктора запорный вентиль продувают открывая его на 1/4 оборота в течение 1...2 с. При этом сварщик должен стоять сбоку штуцера вентилля. Снимать колпак с баллона ударами молотка, зубила и другими средствами, способными образовать искру, нельзя. Для понижения давления газа, отбираемого из баллона, и для поддержания этого давления постоянным независимо от изменения давления газа в баллоне применяют кислородные редукторы.

Производить работы следует на расстоянии, гарантирующем безопасность газосварщика (не менее 10 м от газового генератора или баллонов). Между ацетиленовым генератором и кислородным баллоном расстояние должно быть также не менее 10 м. При сварке в случае срыва, разрыва или воспламенения шланга прежде всего следует погасить пламя горелки или резака, а затем прекратить подачу горючего.

При воспламенении кислородного шланга немедленно прекращают подачу кислорода из баллона.

Если в процессе работы появляется шипение в горелке, частые хлопки, вызываемые нагреванием или засорением мундштука, а также при обратных ударах, то следует немедленно закрыть сначала ацетиленовый, затем кислородный вентиль и погрузить наконечник горелки в холодную воду. Для этого каждый сварщик постоянно должен иметь на рабочем месте сосуд с чистой холодной водой. Очень опасно опускать в воду горелку с открытыми или неплотно закрытыми вентилями, так как собирающаяся при этом на поверхности воды смесь кислорода с ацетиленом может воспламениться или взорваться. После охлаждения наконечника следует прочистить мундштук горелки латунной иглой. По окончании газосварочных работ помещение, в котором был установлен переносной генератор, подлежит проветриванию.

Если сварочные работы проводят на открытом месте, то во время дождя или снегопада они должны быть прекращены.

Газоэлектросварщиков обеспечивают спецодеждой (брезентовым костюмом с огнестойкой пропиткой) для защиты от искр и брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги и вредных излучений. Для защиты ног электросварщика от ожогов брызгами расплавленного металла и механических травм применяют специальные ботинки с глухим верхом. Руки защищают рукавицами, изготовленными из искростойких материалов с низкой электропроводностью. Для защиты глаз и лица применяют защитные щитки или очки со специальными светофильтрами. При проведении сварочных работ в условиях повышенной опасности поражения электрическим током электросварщики кроме спецодежды и спецобуви должны иметь диэлектрические перчатки, галоши и коврики.

К газозлектросварочным работам допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний требований безопасности.

2.4. Меры обеспечения электробезопасности персонала машиностроительного предприятия

Производственный электротравматизм нередко наносит вред здоровью человека и причиняет материальный ущерб обществу.

Местные электрические травмы — это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные действием электрического тока или электрической дуги. Наиболее распространенный вид электротравмы — электрический ожог. Чаще всего его вызывает воздействие электрической дуги, обладающей большой энергией и высокой температурой (выше 3 500 °С). Эти травмы часто носят тяжелый характер: ожоги III и IV степени, при которых происходит омертвление всей толщи кожи и обугливание тканей.

Действие электрической дуги может привести также к металлизации кожи в результате проникновения в ее верхние слои мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключениях рубильников под нагрузкой и т. д.

Вследствие действия электрического тока, проходящего через тело человека, могут произойти резкие непроизвольные судорожные сокращения мышц, в результате чего пострадавший может получить травму механического характера (разрыв кожи, вывихи суставов и т. п.).

Электрический удар — это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, которое сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц сердца и легких. В результате могут возникнуть различные нарушения жизнедеятельности организма, в том числе полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Электрические удары могут быть с различными исходами, их условно подразделяют на четыре степени: I — судорожное сокращение мышц без потери сознания; II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца; III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV — клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Клинической (или мнимой) смертью называют переходный период от жизни к смерти, который наступает с момента прекращения деятельности сердца и легких. Человек, находящийся в состоянии клинической смерти, не проявляет признаков жизни, не дышит, сердце его не работает, зрачки глаз расширены, нет реакции на свет и болевые раздражители. Однако следует знать, что в этот период жизнь в организме еще полностью не угасла, так как ткани умирают не сразу и в первый момент почти во всех тканях организма продолжают обменные процессы. Проходят они на низком уровне и резко отличаются от обычных, но этого достаточно для поддержания минимальной жизнедеятельности. Эти обстоятельства позволяют, воздействуя на более стойкие жизненные функции организма, восстановить угасающие или только что угасшие функции, оживить умирающий организм.

Если после освобождения от тока пострадавший дышит редко и судорожно, со всхлипываниями или отсутствуют дыхание и пульс, то следует немедленно начать искусственное дыхание и закрытый (непрямой) массаж сердца. Обе эти меры абсолютно необходимы. Даже при отсутствии признаков жизни пострадавшего нельзя считать умершим. Он находится в состоянии клинической смерти, когда человека можно вернуть к жизни, так как запаса кислорода в организме хватает на 4...8 мин. Если за это время не начать процедуру оживления, то человек действительно умрет вследствие необратимой биологической смерти. Эффективность оказываемой помощи в большой степени зависит от того, насколько быстро приступили к оказанию первой помощи.

Искусственное дыхание. Перед началом искусственного дыхания необходимо дыхательные пути сделать проходимыми для воздуха. Для этого открывают рот пострадавшего, очищают его от слизи, съемные зубные протезы вынимают. Затем запрокидывают голову назад до отказа, подкладывая одну руку под шею, а другой надавливая на лоб. Корень языка 1 при этом отходит от задней стенки гортани 2, открывая свободный доступ воздуха в легкие 3 (рис. 2.6, а, б). Если рот пострадавшего стиснут, то его следует раскрыть. Для этого нужно либо выдвинуть нижнюю челюсть, либо между коренными зубами вставить плоский предмет и с его помощью разжать челюсти.

Искусственное дыхание методом «изо рта в рот» заключается в том, что оказывающий помощь непосредственно выдыхает воздух (более 1 л) из своих легких в легкие пострадавшего. Этот воздух содержит 17 % кислорода, что вполне достаточно для оживления.

Искусственное дыхание выполняют в следующем порядке. Поддерживая голову пострадавшего в запрокинутом состоянии (рот пострадавшего открыт), зажимают его ноздри большим и



Рис. 2.6. Последовательные стадии (а—в) искусственного дыхания:
1 — корень языка пострадавшего; 2 — задняя стенка гортани; 3 — легкие пострадавшего

указательным пальцами той руки, которая лежит на лбу. Затем, глубоко вдохнув воздух, прижимают свой рот к открытому рту пострадавшего (через марлю или платок) и резко выдыхают в него воздух (рис. 2.6, в). При этом грудь пострадавшего должна подниматься.

Выдох у пострадавшего произойдет благодаря спаду грудной клетки. В минуту делают 10—12 таких вдохов-выдохов.

Во время искусственного дыхания необходимо следить за лицом пострадавшего: если он пошевелит губами, веками, сделает глотательное движение, то нужно проверить, не начнет ли он дышать самостоятельно и равномерно. В этом случае искусственное дыхание следует приостановить. Если же окажется, что пострадавший не дышит, то искусственное дыхание немедленно возобновляют.

Непрямой массаж сердца. При отсутствии у пострадавшего пульса одновременно с искусственным дыханием нужно производить непрямой (закрытый) массаж сердца. Суть этого метода заключается в том, что посредством ритмичного (один раз в секунду) сдавливания сердца 1 (рис. 2.7, а) между грудиной 2 и позвоночником 3 удастся вытолкнуть кровь в крупные сосуды и тем самым восстановить кровообращение. Когда давление на грудину прекращается и она выпрямляется, сердце вновь наполняется кровью. Ритмичное сдавливание стимулирует самостоятельную работу сердца. В шоковом состоянии мышцы тела расслаблены, в результате чего возможно смещение грудины на 4...5 см в сторону позвоночника. У здорового человека этого сделать нельзя.

Непрямой массаж сердца выполняют в такой последовательности. Пострадавшего кладут на жесткую поверхность, так как мягкая амортизирует толчки. Весьма важно правильно определить место, на которое необходимо надавливать: на два пальца выше конца грудины (рис. 2.7, б). Положив на это место нижнюю часть ладони одной руки, вторую кладут на нее под прямым углом (см.

рис. 2.7, а). Пальцы не касаются грудной клетки. Надавливать на грудину следует быстрым толчком такой силы, чтобы сместить ее на 4...5 см. После каждого надавливания следует отнимать руки от грудной клетки, чтобы не мешать ее свободному выпрямлению. Это благоприятствует притоку крови из вен в сердце. Нельзя надавливать на верхнюю часть грудины, ребра, мягкие ткани (печень), так как их можно повредить. Частота надавливаний — один раз в секунду. Если оказывающий помощь не имеет помощника, то он делает 15 надавливаний, а затем два-три глубоких вдувания.

Для проверки устойчивости пульса массаж прерывают на 2...3 с. Если пульс сохраняется, значит, сердечная деятельность восстановилась. Исчезновение пульса указывает на наличие фибрилляции сердца. В этом случае массаж сердца немедленно возобновляют и продолжают его выполнять до прибытия врача или доставки пострадавшего в лечебное учреждение (в пути продолжают оказывать помощь пострадавшему непрерывно).

Специалист-врач прекращает фибрилляцию с помощью дефибриллятора. Через грудную клетку кратковременно (0,01 с) пропускается импульс тока напряжением 5...6 кВ. Этот ток пропускается через два электрода, один из которых накладывается на грудь в области сердца, а второй — на спину под левую лопатку. Кратковременный импульс тока обрывает хаотические подергивания волокон сердечной мышцы, и сердце начинает сокращаться ритмично.

Если помощь оказывается своевременно (т.е. немедленно) и правильно, то зрачки у пострадавшего сужаются (наиболее эффективный показатель оживления), кожа слегка розовеет, а при

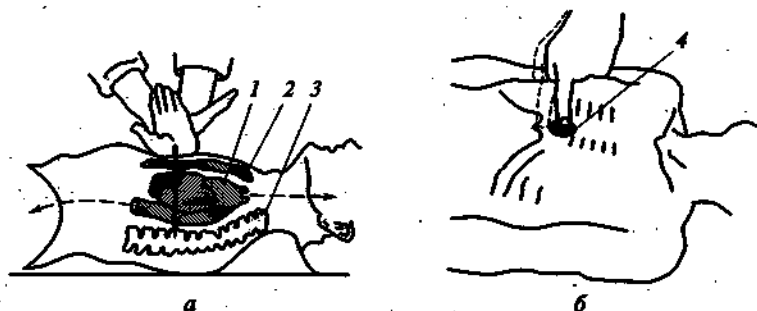


Рис. 2.7. Схема проведения непрямого массажа сердца (а) и надавливания при проведении массажа (б):

1 — сердце пострадавшего; 2 — грудинка; 3 — позвоночник; 4 — точка надавливания

каждом надавливании на грудную клетку прощупывается пульс на сонной артерии.

Анализ несчастных случаев, связанных с действием электрического тока на тело человека, позволяет определить основные *причины поражения* человека электрическим током:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, при производстве работ вблизи или непосредственно на частях, находящихся под напряжением; в результате неисправности защитных средств, которыми пострадавший прикасался к токоведущим частям; ошибочное принятие находящегося под напряжением оборудования за отключенное;

- появление напряжения на металлических частях электроустановок и оборудования, которые в нормальных условиях не находятся под напряжением (на корпусах, ограждениях и т. п.), в результате повреждения изоляции токоведущих частей электрооборудования, замыкания фазы на землю, контакта провода (находящегося под напряжением) с металлическими частями оборудования;

- появление напряжения на отключенных токоведущих частях электроустановок во время проведения на них работ в результате ошибочного включения напряжения отключенной установки, замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями, наведения напряжения от соседних электроустановок, находящихся в работе, разряда молнии непосредственно в установку или вблизи нее;

- возникновение шагового напряжения на поверхности земли или основании, на котором находится человек, в результате замыкания провода на землю, неисправностей в устройствах рабочего или защитного заземления, зануления;

- несовершенство или отсутствие ограждений, блокировок, предохранительных устройств, сигнализации и других средств безопасности.

Поражение человека в результате электрического удара возможно лишь при прохождении тока через организм человека. Сила тока, проходящего через тело человека при прикосновении к токоведущим частям, зависит от схемы замыкания цепи через человека, режима нейтрали, источника питания, напряжения сети, состояния изоляции токоведущих частей относительно земли и других обстоятельств.

Схемы включения человека в цепь могут быть различными. В сетях трехфазного переменного тока наиболее характерны два случая замыкания цепи электрического тока через тело человека: двухфазное прикосновение, когда человек касается одновременно двух проводов, и однофазное, когда человек касается одного провода.

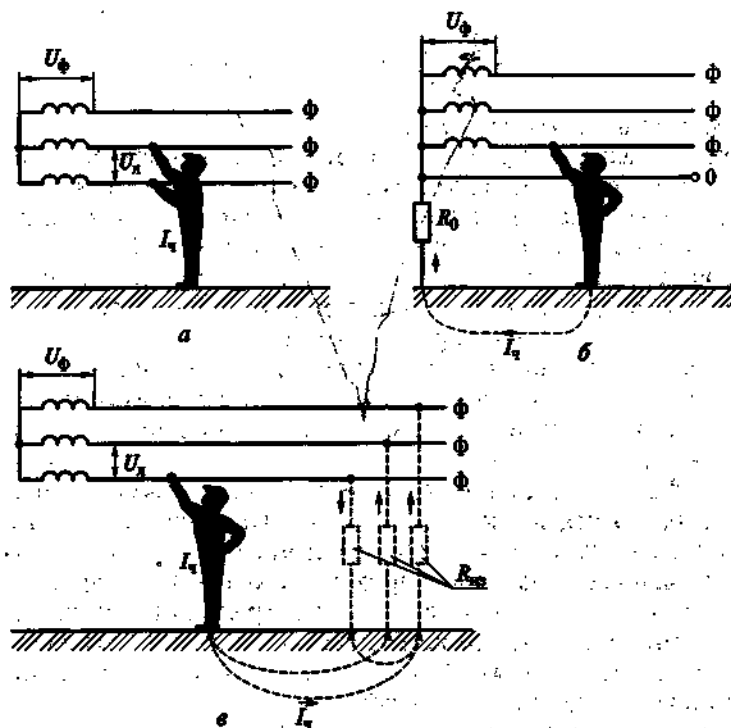


Рис. 2.8. Схемы прикосновения человека в сети трехфазного переменного тока:

a — двухфазное прикосновение; *б* — однофазное прикосновение в сети с заземленной нейтралью; *в* — однофазное прикосновение в сети с изолированной нейтралью; U_ϕ — фазное напряжение; U_λ — линейное напряжение; I_λ — электрический ток, проходящий через тело человека; R_0 — сопротивление заземления нейтрали; $R_{из}$ — сопротивление изоляции фазы относительно земли

Двухфазное прикосновение (рис. 2.8, *a*) наиболее опасно, так как между точками прикосновения оказывается наибольшее напряжение — линейное, поэтому по пути «рука — рука» проходит электрический ток I_λ большой величины:

$$I_\lambda = \frac{U_\lambda}{R_\lambda} = \frac{1,73U_\phi}{R_\lambda},$$

где U_λ — линейное напряжение, В, т.е. напряжение между фазами проводами сети, $U_\lambda = 1,73U_\phi$; U_ϕ — фазное напряжение, В; R_λ — расчетное сопротивление тела человека, Ом.

В сети с линейным напряжением $U_\lambda \approx 380$ В (при этом $U_\phi = 220$ В) при $R_\lambda = 1\,000$ Ом сила тока, проходящего через человека:

$$I_q = \frac{1,73 \cdot 220}{1\,000} = 0,38 \text{ А} = 380 \text{ мА}.$$

Такая сила тока смертельна для человека!

При двухфазном прикосновении сила тока, проходящего через организм человека, практически не зависит от режима нейтрали. Такое прикосновение одинаково опасно как в сети с изолированной, так и в сети с заземленной нейтралью. Двухфазное включение опасно и в том случае, если человек будет надежно изолирован от земли при помощи диэлектрических бот, галош, подставок или будет стоять на изолированном полу.

Случаи двухфазного прикосновения возможны при работах под напряжением на щитах и сборках, при эксплуатации электроустановок с неогражденными и неизолированными токоведущими частями.

Однофазное прикосновение менее опасно, чем двухфазное, так как напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного (т.е. меньше линейного в 1,73 раза), соответственно меньше и сила тока, проходящего через тело человека. На силу тока также влияют заземление нейтрали источника тока, сопротивление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и другие факторы. Однофазное прикосновение происходит значительно чаще, чем двухфазное.

В сети с заземленной нейтралью (рис. 2.8, б) сила тока I_q , проходящего через тело человека, будет зависеть от расчетного сопротивления тела человека R_q и его обуви $R_{об}$, сопротивления пола R_n и сопротивления заземления нейтрали источника тока R_0 :

$$I_q = \frac{U_\phi}{R_q + R_{об} + R_n + R_0}.$$

Наиболее неблагоприятен случай, когда у человека, прикоснувшегося к фазе, на ноги надета токопроводящая обувь (сырая или подбитая металлическими гвоздями) и он стоит на сырой земле или на токопроводящем основании, так как тогда условно $R_{об} = 0$ и $R_n = 0$. Если учесть, что сопротивление заземления нейтрали R_0 не превышает 10 Ом, то согласно ПУЭ им можно пренебречь без большой погрешности в подсчете и, следовательно, сила тока будет

$$I_q = \frac{U_\phi}{R_q}.$$

При фазном напряжении 220 В и $R_q = 1\,000$ Ом через тело человека будет протекать ток смертельно опасной величины:

$$I_{\text{ч}} = \frac{220}{1\,000} = 0,22 \text{ А} = 220 \text{ мА.}$$

Если же у человека на ноги надета неэлектропроводящая обувь (например, резиновая), он стоит на изолированном основании (сухом деревянном полу), то условно приняв $R_{\text{об}} = 50\,000 \text{ Ом}$ и $R_{\text{н}} = 60\,000 \text{ Ом}$, получим следующее значение силы тока:

$$I_{\text{ч}} = \frac{220}{1\,000 + 50\,000 + 60\,000} = 0,002 \text{ А} = 2 \text{ мА.}$$

Такая сила тока безопасна для человека. В действительности же значения $R_{\text{об}}$ и $R_{\text{н}}$ значительно больше, чем принято в данном расчете.

Следовательно, сила тока, проходящего через тело человека, будет еще меньше. Отсюда следует, что наличие изолирующих полов и обуви играет важную роль в электробезопасности.

В сети с изолированной нейтралью (рис. 2.8, в) ток, проходящий через тело человека, возвращается к источнику через изоляцию проводов, обладающую большим сопротивлением. Сила тока в этом случае

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{н}} + R_{\text{из}}/3},$$

где $R_{\text{из}}$ — сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли.

При наиболее неблагоприятных условиях, когда $R_{\text{об}} = 0$ и $R_{\text{н}} = 0$, условно приняв $R_{\text{из}} = 900\,000 \text{ Ом}$, получим следующую силу тока:

$$I_{\text{ч}} = \frac{220}{1\,000 + 900\,000/3} = 0,007 \text{ А} = 7 \text{ мА.}$$

Эта сила тока значительно меньше, чем при однофазном прикосновении в аналогичных условиях в сети с заземленной нейтралью, где сила тока равна 220 мА.

Если же принять $R_{\text{об}} = 50\,000 \text{ Ом}$ и $R_{\text{н}} = 60\,000 \text{ Ом}$, то сила тока будет еще меньше:

$$I_{\text{ч}} = \frac{220}{1\,000 + 50\,000 + 60\,000 + 300\,000} = 0,0015 \text{ А} = 1,5 \text{ мА.}$$

Это свидетельствует о том, что в сети с изолированной нейтралью безопасность человека находится в прямой зависимости не только от сопротивления пола (основания) и обуви, но и от сопро-

тивления изоляции проводов относительно земли, т. е. чем лучше изоляция, тем меньше сила тока, протекающего через тело человека.

Таким образом, при прочих равных условиях однофазное прикосновение человека в сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в сети с заземленной нейтралью. Однако это справедливо для безаварийных условий работы сети. В случае аварии, когда одна из фаз замкнута на землю, сеть с изолированной нейтралью может оказаться более опасной, так как в этом случае человек, прикасаясь к другим фазам, оказывается под линейным напряжением. В сетях с напряжением выше 1000 В воздействия одно- и двухфазного прикосновений практически одинаково опасны.

Поражение человека может произойти и в результате воздействия шагового напряжения.

Шаговое напряжение — это напряжение между двумя точками цепи электрического тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага (0,8 м) и на которых одновременно стоит человек. Это может произойти, если человек окажется в зоне растекания тока, которая образуется вокруг любого проводника, оказавшегося на земле или в земле.

Поскольку кривая распределения потенциалов представляет собой гиперболу, максимальный электрический потенциал будет в месте соприкосновения провода с землей. Около 70 % максимального потенциала будет падать на расстоянии примерно 1 м от точки соприкосновения, 25 % — на расстоянии 1...10 м, 5 % — на расстоянии 10...20 м. Точки земли на расстоянии 20 м и более от провода принято считать имеющими нулевой потенциал.

Протекание тока по пути «нога — нога» менее опасно, чем по пути «рука — ноги». Однако известно немало случаев поражения человека при воздействии шагового напряжения. Поражение при этом усугубляется тем, что из-за судорожных сокращений мышц ног человек падает, после чего цепь тока замыкается вдоль его тела и ток проходит через жизненно важные органы. Кроме того, рост человека больше длины его шага, и это приводит к большой разности потенциалов.

В зоне растекания тока человек может оказаться под *шаговым напряжением* $U_{\text{ш}}$, В:

$$U_{\text{ш}} = \frac{I_3 \rho a}{2\pi x(x+a)},$$

где I_3 — ток замыкания на землю, А; ρ — удельное сопротивление грунта, Ом/м; a — длина шага человека (принимается 0,8 м); x — расстояние от центра зоны растекания тока до ближайшей к центру опорной точки человека, м.

Исход воздействия тока в рассмотренных и других ситуациях зависит как от перечисленных факторов, так и от длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока и индивидуальных свойств человека.

Статистика распределения электротравм в зависимости от возраста и стажа работы следующая:

Возраст	Стаж
18—25 лет — 24,5 %	До 1 года — 33,5 %
25—35 лет — 33 %	1—5 лет — 31 %
35—45 лет — 24,5 %	5—10 лет — 12,5 %

При расчетах сопротивление тела человека R_t принимается равным 1000 Ом. Человек начинает ощущать переменный ток величиной 0,6...1,5 мА. Ток 10...15 мА (на частоте $f = 50$ Гц) вызывает судороги мышц, которые человек сам преодолеть не может; этот ток называется пороговым неотпускающим.

При токе величиной 100 мА и длительности воздействий более 0,5 с ток может вызвать остановку, или фибрилляцию, сердца. Сопротивление тела человека резко падает в зависимости от продолжительности воздействия тока. Наиболее опасным является переменный ток частотой 20...100 Гц. Токи частотой выше 500 000 Гц электрического удара не вызывают, но могут быть причиной термического ожога. Постоянный ток человек ощущает при 6...7 мА, пороговый неотпускающий постоянный ток составляет 50...70 мА, а фибрилляционный — 300 мА [26].

Наиболее опасен путь тока через сердце, мозг, легкие. Характерные пути: ладонь — ступни, ладонь — ладонь, ступня — ступня. Однако смертельное поражение возможно и при прохождении тока по пути, который, казалось бы, не затрагивает жизненно важные органы, например через голень к ступне. Это явление объясняется тем, что ток в теле протекает по пути наименьшего сопротивления (нервам, крови), а не по прямой — через ткани с большим сопротивлением (мышцы, жир).

Установлено, что исход поражения током зависит от физического и психического состояния человека. Если человек голоден, утомлен, опьянен или нездоров, то вероятность тяжелого поражения возрастает. Женщины, подростки, мужчины со слабым здоровьем способны выдержать значительно меньшие токи (примерно 6 мА), чем здоровые мужчины (12...15 мА).

Длительность воздействия — один из основных факторов, влияющих на исход поражения. Цикл работы сердца равен примерно 1 с. В цикле имеется фаза T , равная 0,1 с, когда мышца сердца расслаблена и сердце наиболее уязвимо для тока: может возникнуть фибрилляция. Чем меньше время воздействия тока (менее 0,1 с), тем меньше вероятность фибрилляции. Продолжитель-

Расчетные допустимые параметры электрического тока

Параметр	Допустимое значение параметра при длительности воздействия тока, с						
	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1...30	свыше 30
Допустимый ток, мА	500	250	100	75	65	9...6	2
Допустимое напряжение прикосновения, В	500	250	100	75	65	24	9
Сопротивление тела человека, Ом	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	2 650	4 500

ное (несколько секунд) воздействие тока приводит к тяжелому исходу: сопротивление тела уменьшается, а ток поражения возрастает.

Механизм воздействия электрического тока на человека сложен. При работе на высоковольтных установках были случаи, когда кратковременное (сотые доли секунды) воздействие тока в несколько ампер не приводило к смерти. В то же время установлено, что смертельный исход возможен при напряжении 12...36 В, когда воздействует ток в несколько миллиампер. Это происходит в результате прикосновения к токоведущей части наиболее уязвимой частью тела — тыльной стороной ладони, щекой, шеей, голенью, плечом.

Допустимые параметры электрического тока при прикосновении человеком электроустановок, полученные при лабораторных исследованиях, приведены в табл. 2.1.

Все производственные помещения согласно ПУЭ подразделяют по степени риска поражения людей электрическим током на три класса: 1) без повышенной опасности; 2) с повышенной опасностью; 3) особо опасные.

Помещения без повышенной опасности — это сухие, беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха и изолирующими (например, деревянными) полами, т.е. те помещения, в которых отсутствуют условия, свойственные помещениям двух других классов.

К этому классу относятся обычные конторские помещения, инструментальные кладовые, лаборатории, а также некоторые производственные помещения, в том числе цехи приборострои-

тельных заводов, размещенные в сухих и беспыльных помещениях с изолирующими полами и нормальной температурой.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих пяти условий, создающих повышенную опасность: сырости, когда относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 % (сырые помещения); высокой температуры, когда температура воздуха значительное время (свыше суток) превышает 35 °С (жаркие помещения); токопроводящей пыли, когда по условиям производства в помещениях выделяется токопроводящая технологическая пыль (угольная, металлическая и т. п.) в таком количестве, что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т. п. (помещения пыльные, с токопроводящей пылью); токопроводящих полов — металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. д.; возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой (это лестничные клетки различных зданий с токопроводящими полами, складские неотапливаемые помещения (даже если они размещены в зданиях с изолирующими полами и деревянными стеллажами) и подобные им помещения).

Помещения особо опасные характеризуются наличием одного из следующих трех условий, создающих особую опасность: особой сырости, когда относительная влажность воздуха близка к 100 %, а стены, пол, предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой (особо сырые помещения); химически активной или органической среды, т. е. помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образующие отложения или плесень, которые имеют разрушительное воздействие на изоляцию и токоведущие части электрооборудования (помещения с химически активной или органической средой); одновременного наличия двух и более условий, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

К особо опасным помещениям относятся многие производственные помещения, в том числе цехи машиностроительных заводов, испытательные станции, гальванические цехи, мастерские. К таким помещениям относятся также участки работ на земле или под навесом.

Основными мерами защиты персонала от поражения электрическим током (ГОСТ 12.1.019—79*) являются обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения; электрическое разделение сети; устранение опасности поражения или появления напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования,

что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и другими мерами; применение специальных электрозащитных средств — переносных приборов и приспособлений (СИЗ); организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением и другими средствами.

Электрическое разделение сети — это разделение электрической сети на отдельные электрически несвязанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов. В результате изолированные участки сети обладают большим сопротивлением изоляции и малой емкостью проводов относительно земли, за счет чего значительно улучшаются условия безопасности.

Для устранения опасности поражения током в случае повреждения изоляции переносного ручного электроинструмента и переносных ламп их питают *малым напряжением* — не выше 42 В. Кроме того, в особо опасных помещениях при особо неблагоприятных условиях (например, работа в металлическом резервуаре, работа сидя и лежа на токоведущем полу и т. п.) для питания ручных переносных ламп применяют еще более низкое напряжение — 12 В.

Двойная изоляция — это электроизоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Рабочая изоляция предназначена для изоляции токоведущих частей электроустановки, обеспечивая ее нормальную работу и защиту персонала от поражения током. Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции; применяется при создании ручных электрических машин, при этом заземление или зануление их корпусов не требуется.

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетокковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение защитного заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т. е. при замыкании их на корпус.

Принцип действия защитного заземления — снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус, за счет уменьшения потенциала заземленного оборудования, а также выравнивания потенциалов основания и оборудования.

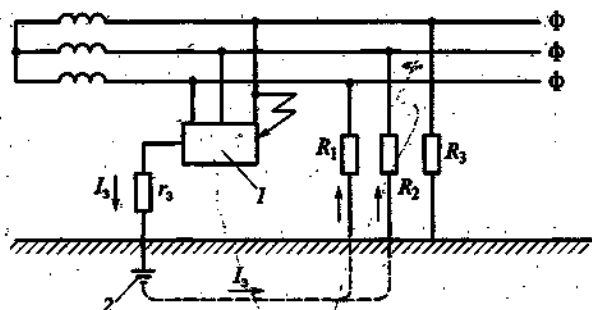


Рис. 2.9. Схема защитного заземления:

1 — оборудование; 2 — заземлитель; I_z — ток замыкания на землю; r_z — сопротивление защитного заземления; R_1, R_2, R_3 — сопротивления фаз относительно земли

Область применения защитного заземления — трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

Заземляющее устройство представляет собой совокупность заземлителя (металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей) и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Схема защитного заземления (сеть с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В) представлена на рис. 2.9.

Различают два типа заземляющих устройств: выносное (или сосредоточенное) и контурное (или распределенное).

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки. Выносное заземляющее устройство применяется лишь при малых значениях тока замыкания на землю I_z , в частности в установках напряжением до 1000 В.

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещаются по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, или распределены по всей площадке по возможности равномерно.

В заземляющих устройствах применяют искусственные (вертикальные и горизонтальные электроды из стальных труб, уголков, прутков, полос) и естественные (трубопроводы, арматура, свинцовые оболочки кабелей, проложенные или связанные с землей) заземлители.

В качестве заземлителей используют стальные трубы диаметром 100...120 мм и угловую сталь размером сечения от 40 × 40 до

60×60 мм, длиной 2,5...3 м. Заземлители забивают в землю вертикально. Ранее считалось, что в процессе эксплуатации качество заземлителей ухудшается. Однако исследования показали, что образующаяся на поверхности заземлителя ржавчина увеличивает поверхность заземлителя и активизирует ее; в результате сопротивление заземлителя снижается. Срок службы заземлителей достигает 25—30 лет.

Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяют полосовую сталь размером сечения не менее 4×12 мм или сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм. Заземляющие проводники следует выполнять из полосовой стали и прокладывать открыто по стенам производственных помещений на металлических штырях и т.п.

Согласно ПУЭ сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать:

4 Ом — в установках напряжением до 1 000 В; если мощность источника тока (генератора или трансформатора) 100 кВт·А и менее, то сопротивление заземляющего устройства допускается до 10 Ом;

0,5 Ом — в установках напряжением выше 1 000 В с эффективно заземленной нейтралью;

250/ I_n , но не более 10 Ом — в установках напряжением выше 1 000 В с изолированной нейтралью.

При проектировании заземляющего устройства следует соблюдать приведенные требования.

Заземление в помещениях второго и третьего класса электроопасности является обязательным при номинальном напряжении электроустановки выше 42 В для переменного и выше 110 В для постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности — при напряжении 380 В и выше для переменного и 440 В и выше для постоянного тока. Во взрывоопасных помещениях заземление выполняется независимо от значения напряжения установки.

Расчет искусственного заземления в однородном грунте в большинстве случаев производится упрощенным методом [30].

Сначала согласно ПУЭ выбирается допустимое сопротивление заземляющего устройства $R_{з.у.}$. После этого определяется расчетное удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м:

$$\rho = \rho_r \psi, \quad (2.1)$$

где ρ_r — удельное сопротивление грунта, Ом·м; ψ — климатический коэффициент, в зависимости от вида грунта и степени влажности в диапазоне 1...2,5, в учебных расчетах можно принять $\psi = 1$.

Удельное сопротивление грунта ρ_r , Ом·м: для торфа — 20; для чернозема — 30; для садовой земли — 50; для глины — 60; для су-

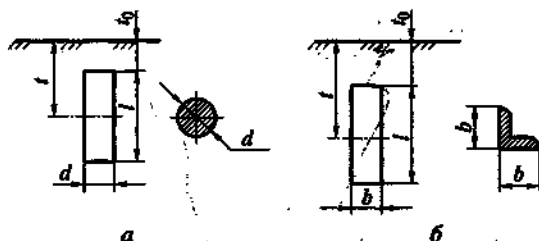


Рис. 2.10. Схемы заземлителей:

а — трубчатого и стержневого; б — уголкового

песка — 500; для гравия и щебня — 2 000; для сухого песка — 2 500; для каменистой почвы — 4 000.

Следующий этап расчета — определение сопротивления заземлителей $R_{\text{сз}}$.

При использовании естественного заземлителя — вертикально расположенной трубы или стержня с размерами d, l, t, t_0 (рис. 2.10, а) $R_{\text{сз}}$, Ом, составит

$$R_{\text{сз}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (2.2)$$

(при условии, что $l > d$; $t_0 > 0,5$ м).

При использовании в качестве естественного заземлителя вертикально расположенного уголка с размерами b, l, t, t_0 (рис. 2.10, б) $R_{\text{сз}}$, Ом, составит

$$R_{\text{сз}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2t+l}{4,2t-l} \right) \quad (2.3)$$

(при условии, что $l \gg b$; $t_0 \geq d$).

При использовании горизонтально расположенного естественного заземлителя круглого сечения длиной l , диаметром d , ось которого находится на глубине t от поверхности земли:

$$R_{\text{сз}} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt} \quad (2.4)$$

(при условии, что $l \geq 5t$; $l \geq d$).

При использовании для указанных целей горизонтально расположенной полосы длиной l со стороной сечения b , заглубленностью оси относительно поверхности земли t

$$R_{\text{сз}} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt} \quad (2.5)$$

(при условии, что $l \geq 5t$; $l \geq b$).

Если подсчитанная величина $R_{\text{с.з.}} > R_{\text{з.у.}}$, то необходимо дополнительно предусмотреть искусственный заземлитель с сопротивлением $R_{\text{н.з.}}$, Ом:

$$R_{\text{н.з.}} = \frac{R_{\text{с.з.}} R_{\text{з.у.}}}{R_{\text{с.з.}} - R_{\text{з.у.}}} \quad (2.6)$$

При использовании искусственных заземлителей вначале выбирают материал, тип и размеры заземлителей. Чаще всего применяют уголковые или трубчатые металлические электроды, размещаемые в земле вертикально и соединяемые горизонтальной металлической полосой.

Сопротивление одного заземлителя $R_{\text{ст}}$ (стержня) и соединительной полосы $R_{\text{п}}$ определяется по подходящим для их типов формулам (2.1) — (2.7). Общее сопротивление вертикальных электродов $R_{\text{в}}$, Ом:

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{ст}} R_{\text{н.з.}}}{R_{\text{ст}} - R_{\text{н.з.}}} \quad (2.7)$$

При отсутствии естественных заземлителей $R_{\text{н.з.}}$ принимается не более $R_{\text{з.у.}}$.

Необходимое число вертикальных электродов

$$n = \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{в}} \eta_{\text{в}}}, \quad (2.8)$$

где $\eta_{\text{в}}$ — коэффициент использования вертикальных заземлителей.

Если вертикальные электроды (заземлители) расположены в ряд, то при $n = 2\eta_{\text{в}} = 0,91$, при $n = 4\eta_{\text{в}} = 0,83$, при $n = 6\eta_{\text{в}} = 0,77$, при $n = 10\eta_{\text{в}} = 0,74$, при $n = 20\eta_{\text{в}} = 0,67$.

Если вертикальные электроды расположены по контуру, то при $n = 4\eta_{\text{в}} = 0,73$, при $n = 1\eta_{\text{в}} = 0,68$, при $n = 20\eta_{\text{в}} = 0,63$, при $n = 40\eta_{\text{в}} = 0,58$, при $n = 60\eta_{\text{в}} = 0,55$, при $n = 100\eta_{\text{в}} = 0,52$.

С учетом коэффициента использования соединительной полосы заземляющего устройства $\eta_{\text{п}}$ расчетное значение сопротивления искусственного заземлителя должно быть

$$R_{\text{расч}} = \frac{R_{\text{ст}} R_{\text{п}}}{R_{\text{ст}} \eta_{\text{п}} + R_{\text{п}} \eta_{\text{в}}} \quad (2.9)$$

При отсутствии естественных заземлителей $R_{\text{н.з.}} \leq R_{\text{з.у.}}$.

Если вертикальные заземлители расположены в ряд, то при $n = 2\eta_{\text{п}} = 0,94$, при $n = 4\eta_{\text{п}} = 0,80$, при $n = 6\eta_{\text{п}} = 0,84$, при $n = 10\eta_{\text{п}} = 0,75$, при $n = 20\eta_{\text{п}} = 0,56$.

Если вертикальные заземлители расположены по контуру, то при $n = 4\eta_n = 0,55$, при $n = 6\eta_n = 0,48$, при $n = 10\eta_n = 0,40$, при $n = 20\eta_n = 0,32$, при $n = 40\eta_n = 0,29$, при $n = 60\eta_n = 0,27$, при $n = 100\eta_n = 0,23$.

Результирующее сопротивление заземляющего устройства при использовании естественных и искусственных заземлителей должно соответствовать требованиям

$$R_z = \frac{R_{z, \text{расч}}}{R_{z, \text{с}} + R_{z, \text{расч}}} \leq R_{z, \text{т}}. \quad (2.10)$$

Занулением является преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Зануление требует применения заземлителей для присоединения к ним нулевого провода, но назначение этих заземлителей иное, чем при заземлении. Обычно проводники, зануляющие отдельные токоприемники, связывают их не непосредственно с нулевой точкой, а с рабочим нулевым проводом.

При пробое изоляции в зануленном оборудовании возникает цепь тока однофазного короткого замыкания со сравнительно небольшим сопротивлением, которое состоит из сопротивлений фазного и нулевого проводов. Появляется электрический ток короткого замыкания, значительно больший, чем ток однофазного замыкания на землю в сети с незаземленной нейтралью, где применено просто защитное заземление. Поэтому быстро срабатывает плавкий предохранитель или автоматический выключатель, защищающий поврежденное оборудование. Быстрое и полное снятие напряжения с поврежденного электрооборудования и является основой защитного действия зануления в отличие от защитного заземления, когда напряжение на заземленных участках при повреждении изоляции понижается, но может сохраняться длительное время.

Для надежной работы зануление должно быть выполнено так, чтобы ток короткого замыкания в аварийном участке имел величину, достаточную для расплавления плавкой вставки ближайшего предохранителя. Для этого сопротивление цепи короткого замыкания «фаза — ноль» (рис. 2.11) должно быть достаточно малым. Если сопротивление цепи замыкания велико, то отключение происходит через некоторое время или вовсе не происходит, ток замыкания в этом случае длительно проходит по цепи замыкания и напряжение по отношению к земле сохраняется на по-

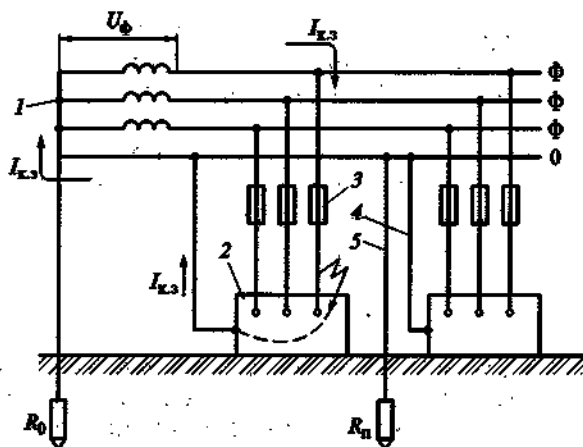


Рис. 2.11. Схема зануления:

1 — нейтраль трансформатора; 2 — корпус электроприемника; 3 — плавкий предохранитель; 4 — зануляющий проводник; 5 — повторное заземление нулевого провода; U_ϕ — фазное напряжение; $I_{кз}$ — ток короткого замыкания; R_0 — сопротивление заземления нейтрали; R_n — повторное заземление нулевого провода

врежденном корпусе и на других корпусах, имеющих электрическую связь с сетью зануления трубопроводами, оболочками кабелей и т. п.

Однако и зануление не лишено недостатков. В случае обрыва нулевого провода все оборудование за точкой обрыва оказывается не только лишенным защиты, но и поставленным в более опасные условия, чем при полном ее отсутствии, так как при повреждении изоляции любого электродвигателя или аппарата, присоединенного к нулевому проводу за точкой обрыва, появляется напряжение, часто равное фазному, на его корпусе и на всех других зануленных корпусах.

Для того чтобы избежать этого, необходимо, во-первых, не допускать обрывов нулевого провода, поэтому запрещена установка однополюсных выключателей и плавких предохранителей в нулевом проводе на участках сети, где его используют для зануления. Следует контролировать качество соединений в цепи зануления после монтажа или ремонта электрооборудования. Во-вторых, для уменьшения напряжения при замыкании на корпус оборудования, связанного с нулевым проводом, во избежание неблагоприятных последствий от его обрыва предусматривают повторные заземления нулевого провода на концах магистралей.

Повторные заземления нулевого провода полезны и при целом нулевом проводе, так как они снижают напряжение на корпусе

поврежденного оборудования до момента срабатывания предохранителя или в случае, если он не срабатывает из-за неправильно выбранной плавкой вставки или при недостаточно большой силе тока короткого замыкания (при замыкании на корпус через большее переходное сопротивление остатков изоляции).

При занулении однофазных электроприемников (светильников, электроинструмента), которые включаются между фазным и нулевым проводами, зануление выполняют с помощью отдельного (третьего) проводника, соединяющего корпус электроприемника с нулевым проводом линии. Использование для этого нулевого провода, служащего проводником рабочего тока, не допускается, так как при случайном его обрыве корпус окажется под фазным напряжением (рис. 2.12).

Нельзя применять одновременное зануление и заземление разных аппаратов (оборудования) в одной и той же сети. В сети, где применяется зануление, корпус токоприемника нельзя заземлять, не присоединив его к нулевому проводу. Это связано с тем, что при замыкании фазы на заземленный, но не присоединенный к нулевому проводу корпус образуется цепь тока через заземление этого корпуса и заземление нейтрали сети. В результате все оборудование, как поврежденное, так и исправное, оказывается под некоторым напряжением. Подобная запрещенная комбинация показана на рис. 2.13. Стрелками показаны пути прохождения тока замыкания I_z на землю и поражающего тока в сети, где выполнена запрещенная комбинация.

Указанное напряжение может существовать длительное время, пока не будет обнаружена неисправность и поврежденную установку не отключат от сети вручную, поскольку в данном случае защита этой установки, как правило, не способна отключить ее

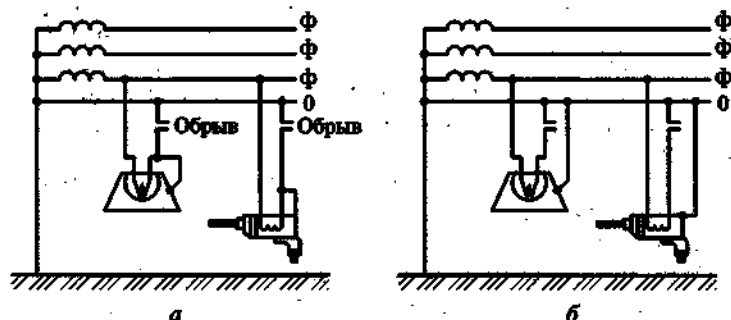


Рис. 2.12. Схема неправильного (а) и правильного (б) зануления однофазных электроприемников, включенных между фазным и нулевым проводами

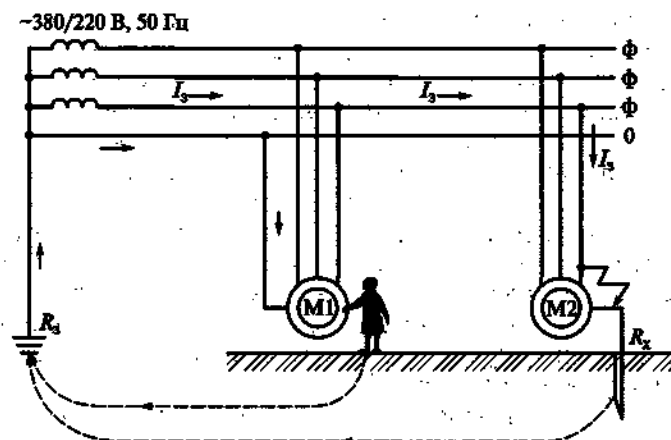


Рис. 2.13. Схема опасной комбинации заземления и зануления:
 M1, M2 — электродвигатели; I_z — ток замыкания на землю; R_x — сопротивление заземляющего устройства электродвигателя M2; R_z — сопротивление заземления нулевого провода

автоматически из-за малой силы тока, стекающего в землю. Такое положение опасно для работающих. В большинстве случаев отыскать поврежденное оборудование среди множества исправного, корпуса которых также находятся под напряжением, довольно трудно.

В то же время следует отметить, что одновременное зануление и заземление одного и того же корпуса улучшает электробезопасность, так как создает дополнительное заземление нулевого провода. Кроме зануления и заземления в последние годы получает широкое распространение защитное отключение.

Автоматическое защитное отключение. Это система защиты, основанная на автоматическом отключении токоприемника, если на его металлических частях, не находящихся под напряжением, появляется напряжение, значение которого опасно для человека, а также при прикосновении к частям, находящимся под напряжением.

Известно, что при протекании тока от руки к ноге (наиболее опасный путь протекания) для человека практически безопасно воздействие величины тока 250 мА напряжением 250 В в течение 0,2 с. Обычно продолжительность действий защитно-отключающих устройств значительно меньше 0,2 с, например 0,1; 0,05 с. Следовательно, защитное отключение практически обеспечивает защиту от поражения электрическим током в установках напряжением 380/220 В при использовании его в качестве самостоятельного защитного мероприятия. Существенное достоинство

защитного отключения состоит в том, что оно может срабатывать и при неполном замыкании в начале развития повреждения.

Защита человека в этом случае заключается в ограничении времени протекания через тело человека опасного электрического тока — устройство защитного отключения (УЗО) постоянно контролирует сеть и при изменении ее параметров, вызванном подключением человека в сеть, отключает эту сеть или ее участок. Принцип действия первых УЗО был основан на том, что в разрыв защитного нулевого проводника включалась катушка-электромагнит, которая отключала сеть при прохождении через нее тока установленной величины. Автоматы данной серии имеют обозначение АП50-2МЗТО; время срабатывания не превышает 0,1 с.

Разработаны УЗО, срабатывающие при несимметричной утечке на землю тока, которые защищают человека от поражения током в сети напряжением до 1 000 В при однофазном прикосновении к неизолированным токоведущим частям, находящимся под напряжением, и отключают сеть при повреждении изоляции и утечке электрического тока на землю.

Аппараты защитного отключения типа ЗОУП-25 рассчитаны на минимальный ток срабатывания 10 мА и имеют время срабатывания не более 0,05 с. Самую совершенную защиту в настоящее время представляют УЗО по току утечки, однако и они не лишены недостатков — УЗО не реагирует на междофазные короткие замыкания и перегрузку, так как это не заложено в принцип его работы. Поэтому если человек прикасается одновременно к двум фазам и изолирован от земли, то УЗО не отключит сеть. Анализ основных технических характеристик УЗО показал возможность их использования для непрерывного контроля целостности цепи зануления и расширения, таким образом, функциональных возможностей защитно-отключающих устройств при выполнении ими своего основного назначения. Использование такой возможности особенно актуально для обеспечения более надежной энергобезопасности передвижных механизмов.

Устройство непрерывного автоматического контроля целостности зануляющей жилы кабеля было разработано в расчете на применение совместно с ЗОУП-25. Это позволяет обеспечить защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током, осуществить непрерывный автоматический контроль целостности зануления, сохранить действие защитного отключения при прикосновении человека к токоведущим частям установки, обеспечить отключение электромеханизма при пробое изоляции на его корпус, исключить работу при обрыве цепи зануления, осуществить в любой момент времени контроль работоспособности устройства и отключить механизм от сети непосредственно с места проведения работы.

Расчет или выбор УЗО можно производить по [13].

Основные требования, которым должны удовлетворять УЗО:

- высокая надежность: отсутствие ложных отключений, отказов в работе (в схемах предусматриваются кнопки для проверки исправности; в более совершенных схемах осуществляется самоконтроль исправности);

- высокая чувствительность прибора и селективность, т.е. отключение только поврежденного участка;

- простота конструкции, удобство обслуживания и ремонта.

Схемы защитного отключения подразделяют на несколько типов (табл. 2.2) в зависимости от параметра, на который реагирует датчик-реле напряжения или тока.

Рассмотрим основные схемы УЗО.

Схема УЗО, реагирующего на напряжение на корпусе (рис. 2.14). Датчик-реле напряжения Н с нормально замкнутыми контактами имеет большое сопротивление, подключается к отдель-

Таблица 2.2

Типы схем устройств защитного отключения

Тип схемы	Параметр, на который реагирует датчик	Назначение
I	U_s — напряжение на корпусе	от полных замыканий на корпус (землю)
II	U_{01}, U_{02}, U_{03} — напряжение фазы относительно земли	от полных замыканий на землю
III	U_0 — напряжение нулевой последовательности	от полных замыканий на землю
IV	I_s — ток замыкания на землю	от полных замыканий на землю, контроль исправности цепей заземления или зануления
V	I_0 — ток нулевой последовательности	от поражений при прикосновении к фазе, от полных и неполных замыканий на землю
VI	$I_{p.c.}$ — выпрямленный ток утечки — постоянный оперативный ток	от неполных замыканий на землю, от поражения при прикосновении к фазе, автоматический контроль изоляции
VII	$I_{p.c.}$ — переменный оперативный ток	от полных замыканий на землю, контроль исправности цепей заземления или зануления

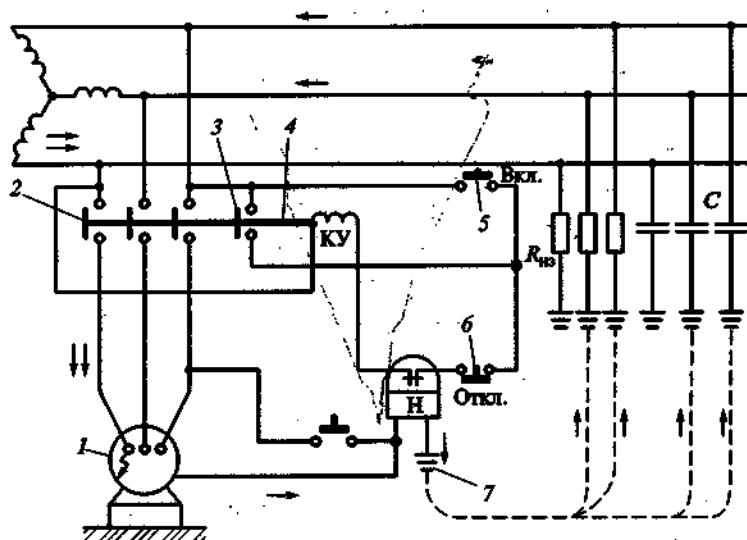


Рис. 2.14. Схема устройства защитного отключения, реагирующего на напряжение на корпусе:

1 — корпус электрооборудования; 2 — пускатель; 3 — блок-контакты; 4 — сердечник; 5, 6 — кнопки; 7 — вспомогательный заземлитель; КУ — катушка управления; Н — реле напряжения; $R_{из}$ — активное сопротивление изоляции; С — конденсатор.

ному вспомогательному заземлителю 7 и к корпусу 1 электрооборудования. При замыкании одной из фаз на корпус образуется цепь «источник питания — токоведущие части оборудования — корпус 1 — обмотка реле напряжения Н — вспомогательный заземлитель 7 — земля — сопротивления изоляции неповрежденных фаз активное $R_{из}$ и емкостное $X = 1/(\omega C)$, где ω — угловая частота тока, — источник питания». На корпусе появляется напряжение относительно земли. Когда это напряжение достигнет уставки реле Н ($U_{доп} = 20 \dots 60$ В), оно сработает и разорвет цепь катушки управления КУ, удерживающей пускатель. Сердечник 4 этой катушки освободится, и пускатель 2 отключится.

Для проверки исправности защитного отключения предусмотрена кнопка 5, при нажатии на которую имитируется замыкание фазы на корпус. Кнопки 5 и 6 служат для включения и отключения установки. Блок-контакты 3 шунтируют кнопку 5.

Схема УЗО, реагирующего на напряжение фаз относительно земли (рис. 2.15). Датчики — три реле напряжения Н подключаются между фазами и землей. В нормальном режиме реле измеряют напряжения фаз относительно земли, которые близки к фазным. При увеличении проводимости изоляции одной из фаз

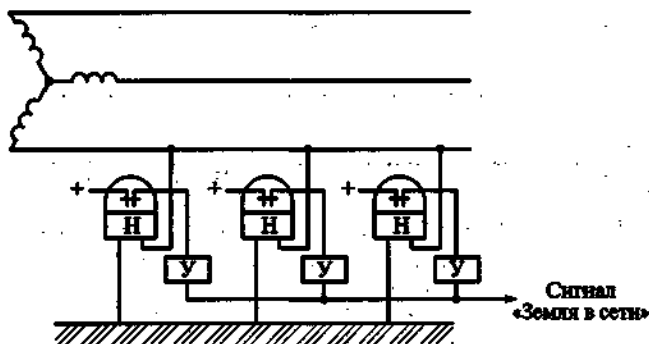


Рис. 2.15. Схема устройства защитного отключения, реагирующего на напряжение фаз относительно земли:

Н — реле напряжения; У — указательное реле

напряжение относительно земли этой фазы уменьшится. Когда оно достигнет уставки (обычно равно половине фазного напряжения), реле сработает и даст сигнал «Земля в сети». На поврежденной фазе выпадает флажок указательного реле У. Эта схема имеет недостатки: нечувствительность к симметричному снижению сопротивлений всех трех фаз, возможность ложных срабатываний.

Схема УЗО, реагирующего на ток замыкания на землю (рис. 2.16). Для защиты людей, работающих с электрифицированным инструментом, используется схема защитного отключения, в которой реле защиты реагирует на ток замыкания. В случае, когда корпус инструмента занулен (рис. 2.16, а), реле защиты Т реагирует на ток замыкания, который проходит по зануляющему проводнику 1 и трансформируется трансформатором тока ТТ. Реле размыкает цепь удерживающей катушки КУ пускателя П, и инструмент Д отключается.

В случае, когда корпус инструмента заземлен (рис. 2.16, б), реле Т реагирует на ток замыкания, проходящий через заземляющий проводник.

Наиболее перспективными схемами УЗО являются такие, которые реагируют на ток нулевой последовательности¹. Достоинства данных УЗО следующие: возможность использования в сетях любых напряжений с различными режимами нейтрали; способность обеспечить безопасность человека при прикосновении не только к корпусу электроустановки, оказавшемуся под напряжением, но и к фазному проводу сети, находящемуся под напря-

¹ Ток нулевой последовательности возникает в обмотке специального трансформатора.

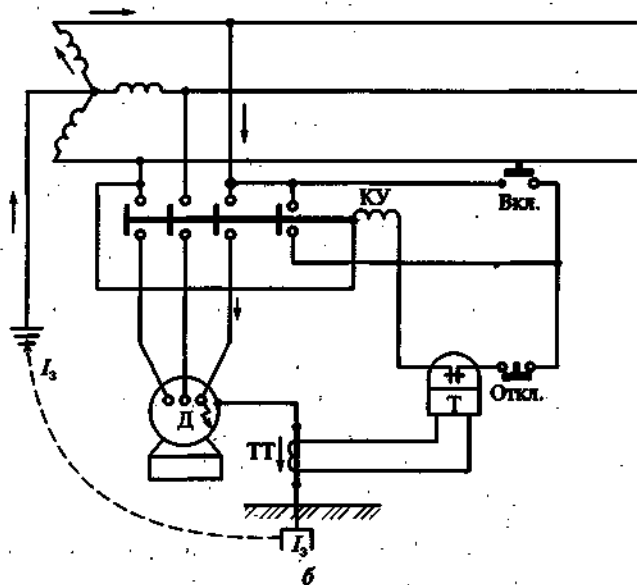
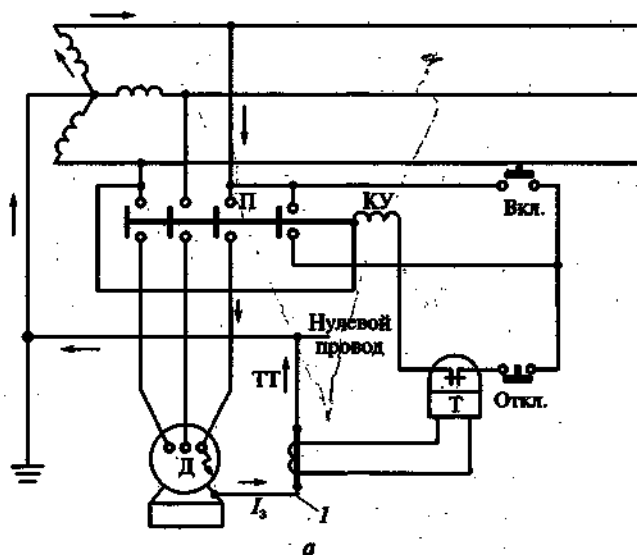


Рис. 2.16. Схема устройства защитного отключения, реагирующего на ток замыкания на землю в цепи зануления (а) и заземления (б):

I — зануляющий проводник; П — пускатель; КУ — удерживающая катушка; Т — реле защиты; ТТ — трансформатор тока; Д — инструмент; I_3 — ток замыкания

жением; высокая степень надежности работы, т. е. малое количество ложных отключений; независимость работы устройства от значений сопротивления заземления и сопротивления нулевого проводника.

В настоящее время промышленностью выпускается унифицированный ряд УЗО для сетей с изолированной и глухозаземленной нейтралью. Для сетей с изолированной нейтралью разработаны следующие типы УЗО: асимметр РА-74/2, реле утечки РУ-380, УАКИ-380, УАКИ-660, АЗАК-660, АЗАК-380, АЗШ.

В перечисленных УЗО (кроме АЗШ) обеспечивается высокая степень безопасности людей благодаря ограничению тока, проходящего через тело человека, до необходимых пределов, а также самоконтроль исправности схемы. К недостаткам этих устройств относятся сравнительная сложность, неселективность работы, низкая эффективность работы в разветвленных кабельных сетях с большой емкостью фаз по отношению к земле из-за отсутствия контроля емкостной проводимости фаз сети, возможность поражения человека постоянным током при малом сопротивлении реле.

Аппарат АЗШ имеет три варианта исполнения, состоит из устройств контроля сопротивления изоляции, автоматической компенсации емкостной составляющей тока утечки и тепловой защиты и предназначен:

для обеспечения контроля сопротивления изоляции отключенного магистрального кабеля, а также сети под рабочим напряжением; отключения сети при аварийных утечках и прикосновениях человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

ограничения длительных и кратковременных токов утечки до безопасной величины путем автоматической компенсации их емкостной составляющей;

осуществления самоконтроля исправности элементов схемы цепи контроля изоляции, защитного отключения и тепловой защиты трансформаторной станции.

Применение подобных аппаратов позволяет расширить функции УЗО, повысить их надежность эксплуатации в различных температурных и климатических условиях.

Для сетей с глухозаземленной нейтралью разработаны и выпускаются УЗО типов ЗОУП-25, РУД-05-УЗ, ИЭ 9813.

Перечисленные типы УЗО обладают достоинствами, характерными для УЗО, построенных на принципе улавливания тока нулевой последовательности. Однако данные устройства имеют достаточно сложные схемные решения, при которых возможны ложные срабатывания из-за превышения естественных токов утечки в сети уставок защиты. Последний недостаток объясняется отсутствием в УЗО логических блоков обработки входного сигнала, позволяющих отличить естественные токи утечки через изо-

ляцию сети от токов утечки, связанных с прикосновением человека к фазе сети.

Одной из главных задач совершенствования УЗО является повышение их помехоустойчивости, так как даже невысокая помехоустойчивость приводит к ложным срабатываниям и в конечном счете к снижению надежности электроснабжения потребителей.

В процессе эксплуатации электроустановок, например при работах вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, при работах на отключенных токоведущих частях (шинах, проводах и т. п.), существует повышенная опасность поражения человека электрическим током, поэтому принимаются дополнительные меры, исключающие эту опасность, возникающую, в частности, при ошибочной подаче напряжения.

Таковыми средствами защиты, дополняющими описанные стационарные конструктивные защитные устройства электроустановок, служат *переносные приборы и приспособления*, применяемые для защиты персонала от поражения током, воздействия электрической дуги, продуктов горения, падения с высоты и других опасных факторов.

Рассматриваемые СИЗ условно подразделяют на три группы: изолирующие, ограждающие и предохранительные. Особое место среди них занимают изолирующие электрозащитные средства. *Изолирующие электрозащитные средства* подразделяются на основные и дополнительные. Основные электрозащитные изолирующие средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановок, поэтому разрешается касаться ими токоведущих частей, находящихся под напряжением, и работать на этих частях.

Основными защитными средствами служат:

- в установках напряжением до 1 000 В: клещи токоизмерительные и изолирующие, диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжения;
- в установках напряжением выше 1 000 В: изолирующие (оперативные и измерительные) штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения, изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ: изолирующие лестницы, площадки, тяги, щитовые габаритники, изолирующие звенья телескопической вышки.

Основные защитные средства изготавливают из материалов с устойчивой диэлектрической характеристикой (бакелит, фарфор, эбонит, гетинакс, специальные пластмассы, древеснослоистые пластики и др.).

Дополнительными называют такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от поражения током. Они могут использоваться

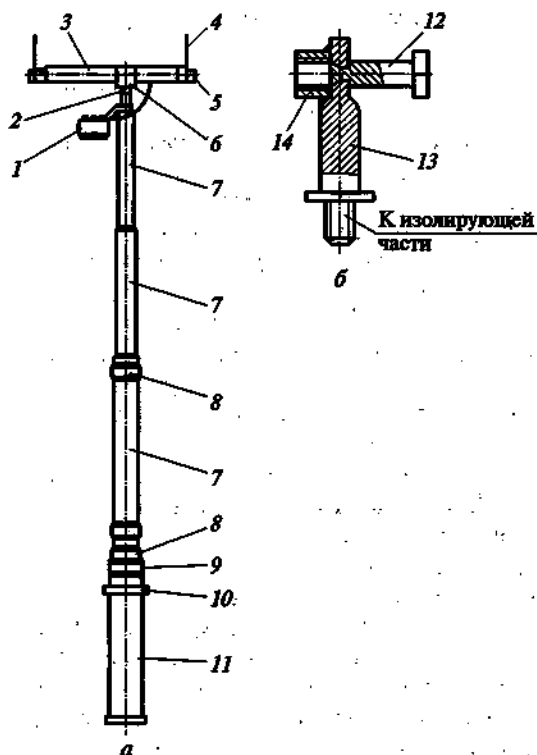


Рис. 2.17. Изолирующие штанги:

a — штанга со съемной головкой; *б* — оперативная штанга; 1 — измерительный прибор; 2 — шарнирное соединение; 3 — бакелитовая трубка; 4 — сменный шуп; 5 — колпачок; 6 — рабочая часть; 7 — изолирующая часть; 8 — муфта; 9 — штамп; 10 — ограничительное кольцо; 11 — ручка-захват; 12 — палец; 13 — наконечник; 14 — кольцо для крепления указателя напряжения

только вместе с основными средствами защиты и служат также для защиты от напряжения прикосновения и шагового напряжения, ожогов дугой и продуктами ее горения.

Дополнительными защитными средствами служат:

- в установках напряжением до 1000 В: диэлектрические галоши, диэлектрические коврики, изолирующие подставки;
- в установках напряжением выше 1000 В: диэлектрические перчатки и диэлектрические боты. В помещениях с повышенной опасностью, кроме того, используют изолирующие подставки и диэлектрические коврики.

Находящиеся в эксплуатации основные и дополнительные защитные средства (кроме изолирующих подставок, диэлектрических ковров и штанг для наложения заземления) периодически-

ки подвергают электрическим испытаниям. Испытательное напряжение, допустимый ток утечки через испытуемое изделие, время испытания и сроки испытаний и осмотров регламентируются Правилами использования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках.

Изолирующие штанги (рис. 2.17) используются для работ вблизи или на токоведущих частях любого напряжения. Штанга, показанная на рис. 2.17, *а*, состоит из трех основных частей: рабочей 6, изолирующей 7 и ручки-захвата 11. В зависимости от назначения рабочая часть штанги имеет различную конструкцию. Например, в штангах для измерения напряжения на отдельных изоляторах в гирлянде рабочая часть выполнена в виде съемной головки: бакелитовой трубки 3, закрытой колпачками 5, в которых крепятся сменные шупы 4, соединенные с измерительным прибором 1. При замерах головку можно наклонять на угол до 45° с помощью шарнирного соединения 2.

В оперативных штангах (см. рис. 2.17, *б*) рабочая часть выполнена в виде стального наконечника 13 с пальцем 12 для захвата ножей разъединителя или в виде струбицы. Имеется кольцо 14 с резьбой для крепления указателя напряжения.

Изолирующая часть штанг любого назначения может состоять из нескольких звеньев, соединенных муфтами 8 (см. рис. 2.17, *а*). Число и длина звеньев зависят от рабочего напряжения. Ручка-захват 11 отделена от изолирующей части ограничительным кольцом 10. На ручку ставят штамп 9 с указанием даты следующего испытания, напряжения эксплуатации, номера штанги и наименования лаборатории, производившей испытание.

Изолирующие клещи (рис. 2.18) используются для работы в электроустановках напряжением до 35 кВ. С их помощью меняют вставки предохранителей, снимают или надевают изолирующие колпаки на ножи однополюсных разъединителей и т. п. Клещи состоят также из трех частей: рабочей части — губок 1, изолирующей части 2 и ручки-захвата 3.

Токоизмерительные клещи, например типа Ц-91 (рис. 2.19), используются для измерения переменного тока до 500 А в одиночных проводниках без разрыва цепи при напряжении до 600 В. Рабочая часть токоизмерительных клещей состоит из разъемного магнитопровода 1, на котором внутри корпуса 3 размещена вторичная обмотка. К этой обмотке подключен амперметр 5, пределы измерений которого изменяются переключателем 4. Таким образом, токоизмерительные клещи представляют собой трансформатор тока, первичной обмоткой которого является проводник 2, охватываемый разъемным магнитопроводом. Разъем осуществляется нажатием на рычаг 6. Прибор может быть использован и для измерения напряжений 0...300 и 0...600 В. Для этого он снабжен

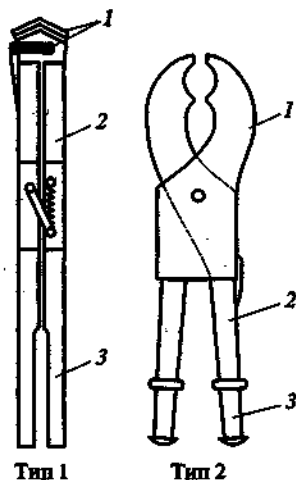


Рис. 2.18. Изолирующие клещи двух типов:

1 — губки; 2 — изолирующая часть; 3 — ручка-захват

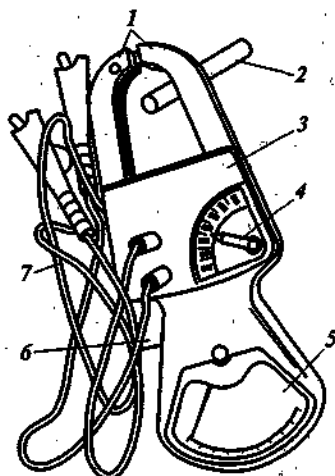


Рис. 2.19. Токоизмерительные клещи типа Ц-91:

1 — разъемный магнитопровод; 2 — проводник; 3 — корпус; 4 — переключатель; 5 — амперметр; 6 — рычаг; 7 — проводники с наконечниками

двумя проводниками 7 с наконечниками на концах, которые вставляются в специальные гнезда на корпусе прибора.

Для измерений в установках напряжением до 10 кВ применяют клещи с амперметром, установленным на рабочей части. Ими можно производить замеры тогда, когда исключена возможность электрического пробоя между фазами или на землю (из-за уменьшения изоляционных расстояний рабочей частью клещей при измерении). На кабелях напряжением выше 1000 В замеры разрешается производить только в том случае, если жилы кабеля изолированы, а расстояние между ними более 250 мм. Измерения производят в диэлектрических перчатках, держа клещи на весу и не нагибаясь к амперметру.

Для проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок напряжением до 110 кВ применяют указатели напряжения. В указателях напряжения выше 1000 В для обнаружения напряжения используется свечение неоновой лампы при протекании через нее емкостного тока. Указатель — это переносной прибор, состоящий из трех частей: рабочей, изолирующей 6 и ручки-захвата 7 (рис. 2.20). Рабочая часть состоит из бакелитовой трубки 5, в которую вмонтирована неоновая лампа 3,

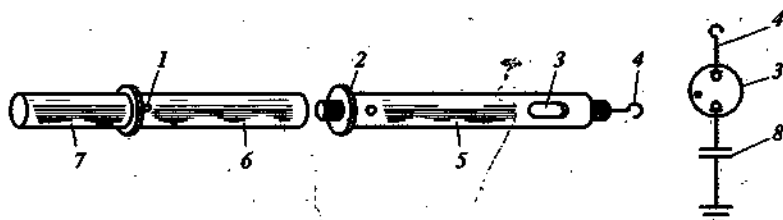


Рис. 2.20. Указатель напряжения:

1 — штамп; 2 — специальный проводник; 3 — неоновая лампа; 4 — щуп; 5 — бакелитовая трубка; 6 — изолирующая часть; 7 — ручка-захват; 8 — конденсатор

соединенная с металлическим щупом 4 и конденсатором 8. На штампе 1 указываются рабочее напряжение указателя и дата его следующего испытания. Перед проверкой отсутствия напряжения проверяют исправность указателя, приближая его щуп к токоведущей части, заведомо находящейся под напряжением, и убеждаясь, что лампа при этом светится. Затем прикасаются щупом ко всем трем фазам (на выключателях и разъединителях — с обеих сторон) отключенной части установки и убеждаются, что лампа не светится. Ни в коем случае нельзя делать вывод об отсутствии напряжения по показаниям сигнальных ламп и вольтметров, так как они являются только вспомогательными средствами контроля!

При проверке отсутствия напряжения на линиях напряжением до 20 кВ, когда измерения ведутся с деревянных опор или лестниц, емкостного тока недостаточно для свечения лампы. В этом случае допускается заземление указателя специальным проводником в месте разъема изолирующей части. Проверку исправности указателя и отсутствия напряжения выполняют в диэлектрических перчатках.

В электроустановках напряжением до 500 В используют указатели, называемые токоискателями типа ТИ-2 (рис. 2.21) (УНН-90, МИН-1), работающие по принципу протекания через лампу 3 тлеющего разряда активного тока, ограничиваемого сопротивле-

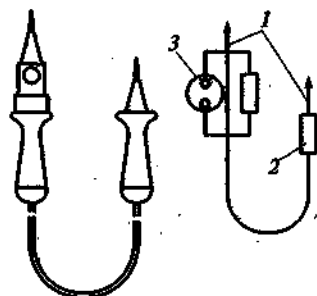


Рис. 2.21. Токоискатель типа ТИ-2:

1 — щупы; 2 — ограничивающее сопротивление; 3 — лампа тлеющего разряда

нием 2. Лампа, сопротивление и щупы 1, которыми касаются токоведущих частей, вмонтированы в рукоятки, выполненные из изолирующего материала. Использование контрольных ламп для обнаружения напряжения запрещено.

Инструмент с изолированными рукоятками как основное средство защиты применяют только в установках напряжением до 1000 В. Рукоятки инструмента должны иметь гладкое, без трещин и заусенцев изоляционное покрытие из влагостойкого нехрупкого изоляционного материала длиной не менее 10 см, которое должно плотно прилегать к металлическим частям, полностью изолируя от металла руку рабочего. После изготовления или ремонта инструмент испытывают напряжением 2,5 кВ в течение 1 мин. На рис. 2.22 показан слесарно-монтажный инструмент, который используют в качестве основного защитного средства при напряжении до 1000 В.

Изолирующие подставки применяют в том случае, когда заземление или зануление выполнить трудно либо когда требования безопасности повышены. Изолирующая подставка (рис. 2.23) представляет собой деревянный настил, укрепленный на опорных

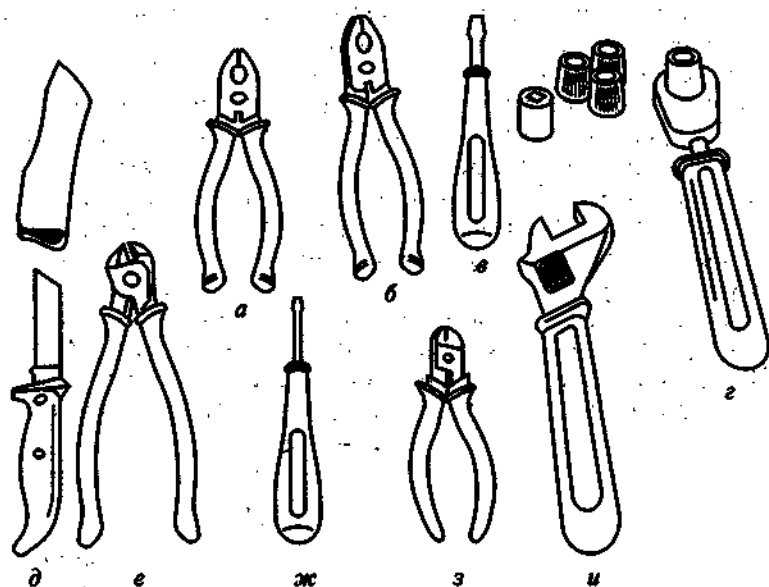


Рис. 2.22. Инструмент с изолированными рукоятками:

а — плоскогубцы; *б* — комбинированные пассатижи; *в*, *ж* — отвертки 200 и 170 мм; *г* — трехтоочный ключ с пятью сменными головками; *д* — нож для монтера складной, с чехлом; *е* — торцовые кусачки; *з* — боковые кусачки; *и* — газовый разводной ключ

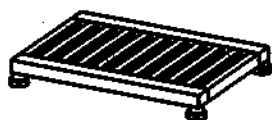


Рис. 2.23. Изолирующая подставка

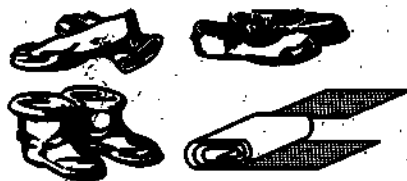


Рис. 2.24. Изделия из диэлектрической резины

изоляторах из фарфора. Высота изоляторов от пола до нижней поверхности настила — не менее 5 см для установок всех напряжений.

Защитные средства из диэлектрической резины: перчатки, боты, галоши и коврики (рис. 2.24) — применяют для изоляции человека от земли и от токоведущих частей. В отличие от обычной резиновая диэлектрическая обувь не имеет лакировки. Резина легко подвергается механическим повреждениям, особенно под влиянием влаги, света, высокой температуры, масел, бензина, кислот. Защитные средства из диэлектрической резины должны храниться в закрытых шкафах или ящиках.

К основным *ограждающим средствам защиты* относятся временные (переносные) ограждения, устройства временного (переносного) заземления, предупредительные плакаты.

Временные ограждения применяют при ремонтных работах для предохранения персонала от случайного приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением и расположенным вблизи места работы. Временные ограждения — это де-

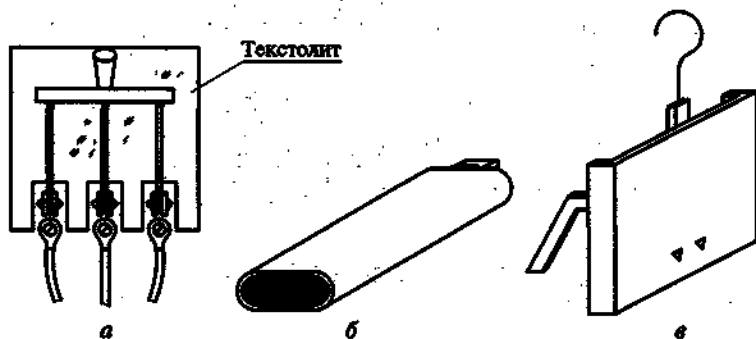


Рис. 2.25. Типы временных ограждений:

a — изолирующая накладка для рубильника; *b* — резиновый колпак; *e* — подвесная ширма

ревянные щиты (ширмы), изолирующие накладки, колпаки, ограждения, клетки. На рис. 2.25 приведены некоторые виды таких ограждений: изолирующая накладка для рубильника из текстолита (рис. 2.25, а), резиновый колпак, надеваемый на ножи разъединителей (рис. 2.25, б), подвесная ширма для ограждения изоляторов и проводов (рис. 2.25, в).

Переносные заземления применяют при отсутствии стационарных заземляющих ножей для защиты от ошибочной подачи напряжения на отключенные части электроустановок и от появления на них наведенного напряжения. Переносное заземление типа ШЗП (рис. 2.26) состоит из проводов 3 для соединения накоротко токоведущих частей всех трех фаз электроустановки, провода 5 для соединения их с заземляющим устройством, зажимов 4 или струбцины 6 для подключения заземления к оборудованию и заземляющей шине.

Заземление накладывается с помощью постоянной или съемной штанги для наложения заземления, представляющей собой изолирующую часть 2 с ручкой-захватом, которая ограничивается кольцом 1.

На линиях электропередачи разрешается использовать однофазные переносные заземления. Провода выполняются гибкими

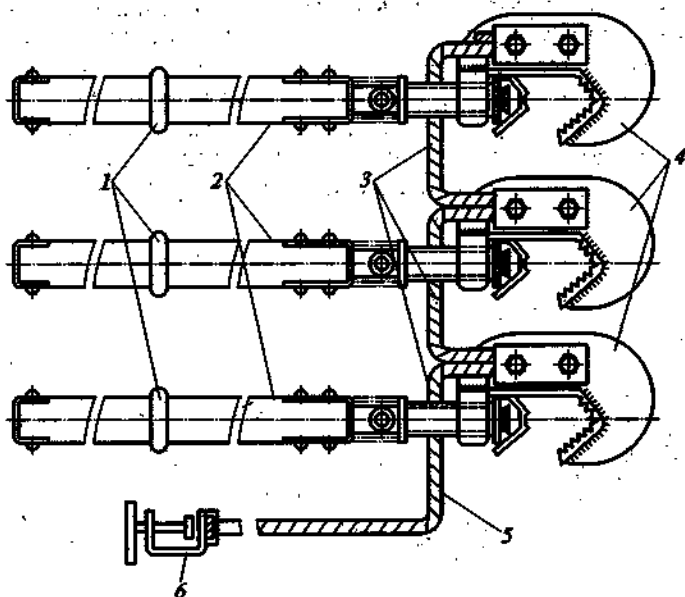


Рис. 2.26. Переносное заземление типа ШЗП:

1 — кольца; 2 — изолирующие части; 3 — провода; 4 — зажимы; 5 — соединительный провод; 6 — струбцина

из медных жил, их сечение выбирают по термической устойчивости при коротком замыкании, но не менее 25 мм^2 в электроустановках напряжением выше 1000 В и не менее 16 мм^2 в установках 1000 В и ниже.

Перед наложением заземления его исправность проверяют осмотром. Наложение заземления производят в такой последовательности. Проверяют указатель напряжения, с помощью которого будет проверяться отсутствие напряжения на заземляемой части электроустановки. Присоединяют к заземлителю заземляющий провод. Проверяют отсутствие напряжения. Сразу же после проверки заземляющей штангой зажим заземления накладывают на токоведущую часть и закрепляют его. Заземление снимают в обратном порядке. Все операции выполняют в диэлектрических перчатках.

Применять для заземления случайные проводники и соединять заземляющие провода путем скрутки не разрешается.

На токоведущих частях места наложения заземления выделяют двумя черными полосами, промежуток между которыми зачищают до блеска. На заземляющей шине для присоединения заземления обычно монтируют специальные винтовые зажимы типа «барашек».

Изолирующие защитные средства должны использоваться в электроустановках с напряжением не выше того, на которое они рассчитаны и которое указано в штампе. Защитные средства следует применять в сухую погоду; использовать их на открытом воздухе во время дождя, снега, тумана, изморози не разрешается, для этого имеются специальные защитные средства. Не допускаются к употреблению защитные средства (как непригодные), срок испытания которых, указанный в штампе, истек. Перед использованием защитные средства очищают от пыли, осматривают, проверяют отсутствие на них внешних повреждений.

Для хранения защитных средств в распределительных устройствах отводится специальное место, которое оборудовано крючками для подвешивания штанг, переносных заземлений, предупредительных плакатов; шкафами или ящиками для размещения перчаток, бот, ковриков, защитных очков, противогазов и указателя напряжения. При транспортировке защитные средства оберегают от увлажнения, загрязнения и механических повреждений; их держат отдельно от остального инструмента.

За обеспечение электроустановки защитными средствами, их учет, правильное хранение и периодичность осмотров и испытаний, изъятие и замену непригодных средств несут ответственность начальники цехов, служб, подстанций, районов электрической сети, а в целом по предприятию — главный инженер. За наличие, правильное хранение, использование и пригодность за-

щитных средств отвечает персонал, обслуживающий электроустановку. Непригодные и неисправные защитные средства немедленно убираются из электроустановки, о чем уведомляется руководящий административно-технический персонал.

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий. К ним относятся защитные очки, противогазы, специальные рукавицы и некоторые другие.

Исправность средств защиты должна проверяться осмотром перед каждым их применением, а также периодически через 6—12 мес. Изолирующие электрозащитные средства, а также накладки и колпаки периодически подвергаются электрическим испытаниям.

Рассмотренные технические и другие электрозащитные средства дополняются на производстве звуковой и световой сигнализацией о наличии напряжения или его отсутствии в электроустановках, предупреждающими, предписывающими и указательными плакатами, надписями и знаками безопасности.

Организация безопасной эксплуатации электроустановок включает в себя регулярные проверки изоляции, проверку работы защитных заземлений, занулений, отключений и работы блокировочных устройств, регулярные испытания СИЗ, монтерского инструмента, технические осмотры, текущие и средние ремонты электрических установок.

Электрокабели напряжением 220 В должны размещаться на высоте: над проездом — 6 м; над проходом — 3,5 м; над рабочим местом — 2,5 м.

Светильники напряжением 220 В должны располагаться на высоте более 2,5 м.

Подключение, отключение и ремонт электроустановок должен производить квалифицированный персонал с III группой по электробезопасности.

Все работы должен выполнять обученный персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже II; при этом необходимо пользоваться исправным электроинструментом.

Работник, не связанный с непосредственным обслуживанием электроустановок, обязан соблюдать следующие требования электробезопасности:

- не снимать запретительной таблицы на электрооборудование;
- не открывать дверцы распределительных щитов;
- в охранной зоне линий электропередачи работу производить по наряду-допуску;
- не складировать и не перемещать в вертикальном положении длинномерные материалы (прутки, трубы и т.д.) выше 2 м;

- не опускать с пролетного строения токопроводящие предметы и материалы вблизи контактных проводов электрифицированной железной дороги или городского транспорта.

При обнаружении оборванного провода нельзя касаться его, следует оградить место обрыва на расстоянии не ближе 20 м и сообщить руководству участка.

Организация безопасной эксплуатации действующих электроустановок включает в себя следующие меры.

Действующими называют электроустановки, которые находятся под напряжением либо на которых напряжения нет, но оно может быть подано путем включения выключателя, разъединителя, отделителя или другой коммутационной аппаратуры. В действующих электроустановках осуществляются:

- оперативное обслуживание; в том числе периодические осмотры электрооборудования, уборка помещений, мелкий ремонт в порядке текущей эксплуатации и другие работы, не требующие снятия напряжения; оперативные переключения в связи с изменением схемы и режима работы электроустановки;

- ремонтные работы, в том числе периодические ремонты и испытания электрооборудования, требующие снятия напряжения со всей электроустановки или с ее части; аварийные ремонты; монтаж или демонтаж электрооборудования.

Работа в электроустановках опасна вследствие того, что человек подвергается риску поражения электрическим током. Основой безопасной работы являются высокая техническая грамотность обслуживающего персонала, дисциплина и неуклонное выполнение Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и ПБ.

По степени опасности и необходимым мерам защиты работы с электроустановками напряжением выше 1 000 В подразделяют на четыре группы:

- I — работа без снятия напряжения, выполняемая вдали от токоведущих частей. Отключения оборудования не требуется. Исключены случайные приближение и прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, т.е. вероятность поражения током;

- II — работа без снятия напряжения, выполняемая вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением. Перед работой необходимо выполнить технические и организационные меры защиты, обеспечивающие безопасность работающих. Работа на токоведущих частях выполняется с помощью изолирующих средств;

- III — работа с частичным снятием напряжения. Напряжение снято только с того присоединения, на котором ведется работа, либо оно снято полностью с электроустановки, но открыт доступ

в соседнее помещение, где токоведущие части находятся под напряжением;

- IV — работа с полным снятием напряжения. Со всех элементов электроустановки напряжение выше 1 000 В снято. Доступ в соседние помещения, где имеются находящиеся под напряжением выше 1 000 В токоведущие части, закрыт.

При производстве работ в электроустановках соблюдаются технические и организационные меры предосторожности для того, чтобы исключить случайную подачу напряжения к месту работы и случайное приближение или прикосновение к токоведущим частям, оставшимся под напряжением.

Персонал, обслуживающий электроустановки, называется электротехническим. Оперативный (дежурный) персонал осуществляет оперативное обслуживание электростанции, подстанции, сетевого района или распределительных электрических сетей, выполняет осмотры и оперативные переключения электрооборудования, подготовку рабочих мест для монтажных и ремонтных работ и организывает допуск к этим работам. При обслуживании нескольких подстанций дежурный персонал называют оперативно-выездным, так как с места дежурства он выезжает к месту работ.

Ремонтный и наладочный персонал осуществляет текущие, капитальные ремонты и наладку оборудования. Некоторым лицам ремонтного и наладочного персонала, прошедшим специальное обучение, стажирование в сменах, проверку знаний оперативной работы и схем, могут быть присвоены права оперативного персонала, о чем делается запись в удостоверении. В таком случае они относятся как к ремонтному или наладочному, так и к оперативному персоналу.

К работе в электроустановках допускаются только лица, которым присвоена соответствующая квалификационная группа по технике безопасности. Таких групп пять, V группа — наивысшая.

Основные требования к лицам, имеющим квалификационную группу, заключаются в следующем:

V группа: необходимо знать схемы и оборудование своего участка, ПБ как в общей, так и в специальной части, четко представлять, чем вызваны требования этих правил; уметь организовать безопасное выполнение работы; знать правила оказания первой помощи; уметь обучить персонал правилам техники безопасности и оказания первой помощи.

К этой группе относятся мастера, техники, инженеры с законченным специальным образованием и стажем работы в электроустановках не менее 6 мес, а также электромонтеры и электрослесари с большим стажем и опытом работы в электроустановках;

IV группа: необходимо знать электротехнику в объеме технического минимума; знать все разделы ПБ и электроустановку на-

столько, чтобы свободно производить переключения; полностью представлять опасность работы с электроустановками; знать правила оказания первой помощи и уметь ее оказать; уметь наблюдать за работой членов бригады; организовать безопасное проведение работы.

Эту квалификационную группу могут иметь специалисты, имеющие стаж работы по III группе не менее 2 мес, а также оперативный и ремонтный персонал — электромонтеры и электрослесари со стажем работы в электроустановках не менее 1 года;

III группа: требования те же, что и по IV группе, но недостаточно иметь элементарные знания в электротехнике. Стаж работы — не менее 6 мес;

II группа: необходимы элементарное знакомство с электроустановкой, представление об опасностях электрического тока; следует знать основные меры предосторожности и правила оказания первой помощи. К этой группе относятся электромонтеры со стажем работы в электроустановках 1 мес и практиканты профессионального образования, а также лица неэлектротехнических специальностей, работающие не менее 6 мес;

I группа: лица, связанные с обслуживанием электроустановок, но не имеющие электротехнических знаний, отчетливого представления об опасностях электрического тока и мерах безопасности при работах в электроустановках. К этой группе относится персонал, не проходивший проверку знаний ПБ.

Меры безопасности при обслуживании электроустановок следующие.

Осмотры электроустановок. Электроустановки осматриваются без снятия с них напряжения, вдали от токоведущих частей. Дефекты выявляются визуально — осмотром и на слух. Право единоличного осмотра электроустановки имеет дежурный с квалификационной группой не ниже III или административно-технический работник, имеющий V группу в установках напряжением выше 1000 В и IV группу в электроустановках напряжением ниже 1000 В.

Как правило, при осмотрах нельзя проходить за ограждения, снимать их и входить в камеры распределительных устройств, не имеющие барьеров. При необходимости разрешается работнику с квалификационной группой не ниже IV войти за ограждение, но при условии, что токоведущие части недоступны, т. е. нижние фланцы изоляторов находятся от пола на расстоянии более 2 м, а неогражденные токоведущие части — на расстоянии более 2,75 м при напряжении 35 кВ и 3,5 м при напряжении 110 кВ.

При меньших расстояниях входить за ограждение можно только в присутствии второго лица, имеющего квалификационную группу не ниже III, и при условии, что токоведущие части находятся на расстоянии, не менее указанного в табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Допустимые расстояния от места производства работ
до токоведущих частей в зависимости от их напряжения**

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Допустимое расстояние, м	Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Допустимое расстояние, м
До 15	0,7	220	2,5
Свыше 15 до 35	1,0	330	3,5
Свыше 35 до 40	1,5	400 и 500	4,5
154	2	750	6,4

Во избежание проникновения в помещение электроустановки посторонних лиц или животных помещения запирают.

У дежурного персонала для каждого помещения имеется несколько комплектов ключей, из них одним комплектом пользуется дежурный, обслуживающий данную электроустановку, другой комплект — аварийный. Остальные комплекты ключей дежурный выдает под расписку ответственным руководителям, производителям работ и наблюдающим. Ключи выдаются только на время работы и должны сдаваться обратно по ее окончании.

Оперативные переключения. Отключения и изменения в электрических схемах могут производиться только по распоряжению или с ведома того дежурного персонала, в управлении или ведении которого находится данное оборудование. При пожарах, несчастных случаях или стихийных бедствиях разрешается немедленно отключать электрооборудование без согласования с вышестоящим дежурным персоналом, но обязательно с его последующим уведомлением.

Распоряжение считается выполненным после того, как дежурный сообщит об этом лично или по телефону дежурному диспетчеру энергосистемы, сетевого района, дежурному инженеру, т. е. лицу, давшему распоряжение. Руководствоваться показаниями приборов, сообщениями лиц неоперативного персонала о выполнении распоряжения нельзя.

Лицо, отдающее распоряжение о переключениях, обязано проверить последовательность операций по оперативной схеме. Дежурный, получивший распоряжение, обязан повторить его и записать в оперативный журнал.

По оперативной схеме или макету дежурный намечает порядок операций. Если переключения выполняют два лица, то первое лицо, являющееся старшим, разъясняет второму (исполнителю) задание и последовательность его выполнения.

В электроустановках напряжением выше 1 000 В, не оборудованных полностью блокировкой от неправильных операций с разъединителями, сложные переключения производятся по бланкам. В бланке переключений производится запись всех операций о включении и отключении электрооборудования точно в той последовательности, в которой эти операции должны выполняться.

Простые переключения на одном электрическом присоединении и переключения в установках, полностью оборудованных блокировкой разъединителей от неправильных операций, могут выполняться без бланков.

Бланки переключений заполняет и подписывает дежурный, который является непосредственным исполнителем. Старший дежурный, контролирующий выполнение операций, проверяет бланк и также его подписывает. На месте работы старший дежурный зачитывает содержание операции, исполнитель повторяет прочитанное и приступает к выполнению. Старший контролирует действия исполнителя и сразу отмечает в бланке выполнение операции. При сомнении в правильности операций работа прекращается до выяснения правильного порядка переключений. Если дежурный делает переключения единолично, то он зачитывает последовательность операций, указанных в бланке, по телефону старшему дежурному, отдавшему распоряжение. Этот дежурный является контролирующим лицом.

Разрешение на переключения исполнитель обязан получить по телефону непосредственно перед их выполнением.

Присоединение включают или отключают с помощью выключателей. Если выключатель имеет ручной привод, то операции с ним выполняются в диэлектрических перчатках с изолирующего основания. Включать выключатель следует быстро и решительно до упора.

Отключение и включение разъединителей выполняется, как правило, без нагрузки. Разъединителями допускается отключать токи замыкания на землю и зарядные токи воздушных или кабельных линий не более приведенных ниже:

Напряжение, кВ	Ток замыкания на землю, А	Зарядный ток на фазу, А
3 ... 6	7,5	2,5
10 ... 20	3,0	1,0
35	1,5	0,5

Разрешается отключать нагрузочный ток линии до 15 А при напряжении до 10 кВ.

Разъединители следует включать рывком. Если при этом возникает дуга, то ножи следует довести до конца, в противном случае обратный ход ножа вызовет развитие дуги и несчастный слу-

чай. Отключать разъединители следует наоборот, медленно, особенно в начальный момент. Если появится дуга при отходе ножей от губок, то разъединитель следует включить обратно.

Разъединители отключают (включают) в диэлектрических перчатках, разъединители с пофазным управлением и с вертикальным расположением — в диэлектрических перчатках с использованием изолирующих штанг и стоя на изолирующем основании. Старшим может быть дежурный, имеющий квалификационную группу не менее IV. Простые переключения на одном электрическом присоединении разрешается выполнять оперативному персоналу, имеющему квалификационную группу не ниже IV, единолично.

Проверять отсутствие напряжения, накладывать и снимать переносные заземления разрешается не менее чем двум исполнителям.

В установках напряжением до 1000 В аппаратуру переключает один работник, имеющий III квалификационную группу, если он дежурный, или IV квалификационную группу, если он не является дежурным.

Персонал, выполняющий переключения, должен твердо знать, что в случае исчезновения напряжения оно может быть подано вновь без предупреждения как в условиях нормальной эксплуатации, так и при авариях.

Подготовка безопасного рабочего места и проведение ремонтных работ с полным или частичным снятием напряжения независимо от напряжения выполняется по письменному или устному распоряжению ответственного за электроустановку лица. Письменное распоряжение выдается в виде наряда. Письменные и устные распоряжения фиксируются в специальном журнале. Разрешение на производство работ по письменным или устным распоряжениям дается только оперативным персоналом. В установках напряжением выше 1000 В, как правило, работа выполняется не менее чем двумя лицами, одно из которых должно иметь квалификационную группу не ниже IV. При напряжении менее 1000 В в ряде случаев допускается единоличная работа лица с квалификационной группой не ниже III. Технические и организационные мероприятия выполняются до начала работы в следующем порядке:

- 1) отключается напряжение и принимаются меры, исключающие его ошибочную подачу к месту работы: включают блокировку, ставят механический запор на привод разъединителя, рубильника, отделителя, снимают предохранители, устанавливают временные ограждения;

- 2) вывешиваются предупредительные плакаты на коммутационной аппаратуре, на постоянных и временных ограждениях;

3) к заземляющему устройству присоединяется зажим переносного заземления;

4) проверяется, есть ли напряжение на отключенной для работы части установки; если напряжение отсутствует, то немедленно накладывают на токоведущие части установки переносное заземление;

5) на месте работы вывешивается плакат «Работать здесь».

Эти мероприятия выполняет дежурный персонал, обслуживающий электроустановку.

Отключение напряжения. На месте работы отключают оборудование, которое подлежит ремонту, и те токоведущие части, к которым при работе можно приблизиться на опасное расстояние (см. табл. 2.3) или случайно прикоснуться. Отключенный участок отделяют со всех сторон, откуда может быть подано напряжение «видимым разрывом», создаваемым разединителями, рубильником, снятыми перемычками или частями ошиновки, а также выключателями нагрузки и отделителями, если они не имеют автоматического привода на включение.

Работать на оборудовании, отделенном только выключателем, не разрешается. Во избежание обратной трансформации со стороны низшего напряжения силовые и измерительные трансформаторы отключают как от высокого, так и от среднего и низшего напряжения.

Приводы разединителей с ручным управлением механически запирают навесным замком, специальным болтом или штифтом для предупреждения их ошибочного или самопроизвольного включения. На приводах с пневматическим управлением запирают вентиль подвода воздуха. Из емкостей воздух спускают. При дистанционном управлении снимают предохранители обоих полюсов в силовой цепи привода.

В электроустановках напряжением до 1000 В напряжение отключается коммутационными аппаратами с ручным управлением. Правила безопасности требуют, чтобы отключенное положение контактов было видно с лицевой или задней стороны панели. Для этого следует открыть щитки, дверцы кожухов.

Ограждение места работ и вывешивание плакатов. Если расположенные вблизи места работ токоведущие части не могут быть отключены, то их надежно ограждают. Расстояние от ограждения до токоведущей части, как правило, должно быть не менее указанного в табл. 2.3. В установках напряжением 15 кВ и ниже специально проверенное ограждение может в особых случаях даже касаться находящихся под напряжением токоведущих частей. Такие ограждения устанавливают с максимальной осторожностью и обязательно в присутствии второго лица.

В электроустановках напряжением до 1 000 В допускается не отключать доступные прикосновению токоведущие части, если они будут ограждены накладками из изолирующих материалов.

На временных ограждениях участка ремонтных работ и на постоянных ограждениях соседних ячеек вывешивают плакаты «Стоять — высокое напряжение!».

На открытых подстанциях участков для ремонтных работ выделяют с помощью каната, натягиваемого по периметру участка. На канате закрепляют плакаты «Стоять — высокое напряжение!», обращая их внутрь, к месту работы. Если работы ведутся на высоте, то на конструкции, по которой поднимаются к месту работы, вывешивают плакат «Влезать здесь», на соседних — «Не влезай — убьет!»; на рабочих местах вывешивают плакат «Работать здесь».

Временные ограждения и плакаты запрещено переставлять или убирать. Вывешивать и снимать плакаты разрешается только оперативному персоналу, осуществлявшему подготовку рабочего места.

Чтобы исключить случайную или ошибочную подачу напряжения на отключенное оборудование, на всех ключах управления и приводах выключателей, разъединителей, рубильников и другой коммутационной аппаратуры вывешивают плакаты «Не включать — работают люди». Если отключения произведены для подготовки работы на линиях электропередачи, то вывешивают плакаты «Не включать — работа на линии».

Проверка отсутствия напряжения. После того как напряжение отключено, необходимо удостовериться в том, что оно действительно отсутствует, и затем немедленно заземлить отключенные токоведущие части; для этого у места работ снимают постоянные ограждения. Переносное заземление присоединяют одним концом к шине заземляющего контура (его свободные концы будут присоединены к токоведущей части после того, как удостоверятся в том, что напряжения на ней нет).

Отсутствие напряжения проверяют специальным указателем.

Наложение и снятие заземлений. После проверки отсутствия напряжения заземляют и соединяют накоротко фазы тех токоведущих частей, на которых будут работать или от которых может быть подано напряжение. Заземления накладывают со всех сторон, откуда может быть подано напряжение так, чтобы отключенный для работы участок находился между ними. Этим обеспечивается наиболее надежная защита работающих от случайного появления напряжения, например на трехобмоточном силовом трансформаторе заземления ставят с трех его сторон.

В ячейке отходящей линии заземления ставят не только со стороны шин, но и на ножах линейных разъединителей.

Переносные заземления, как правило, устанавливаются двумя работниками, один из которых должен иметь IV квалификационную группу. При единоличном оперативном обслуживании электроустановки одному дежурному разрешается включение стационарных заземляющих ножей, а также наложение переносных заземлений в установках до 1000 В.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются оформление работы нарядом или распоряжением; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончания работы.

В действующих электроустановках *монтажные и ремонтные работы* проводят только по распоряжению ответственных за состояние электроустановки лиц, уполномоченных на это распоряжением по предприятию (начальников электроцехов, подстанций, сетевых районов, их заместителей, мастеров). Ответственными руководителями работы могут быть назначены инженеры, техники, мастера и другие специалисты, имеющие V квалификационную группу и включенные в специальный список, утвержденный главным инженером предприятия.

Производителем работы назначается бригадир, старший монтер, опытный монтер, имеющий квалификационную группу не ниже IV. Поименный список лиц, которые могут быть назначены производителями работ по наряду, утверждается главным инженером предприятия.

При производстве в электроустановках *ремонтно-строительных работ* наряд выдается наблюдающему. Наблюдающий следит за тем, чтобы работающие не приближались к находящимся под напряжением токоведущим частям, ограждениям, аппаратам, не снимали и не переставляли их и не выходили за пределы выделенного для работы участка. Он отвечает за достаточность принятых защитных мер и за электробезопасность работающих. Если работа проводится без снятия или с частичным снятием напряжения, то функции наблюдающего может выполнять работник, имеющий квалификационную группу не ниже IV, а при работах с полным снятием напряжения и вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, наблюдающий может иметь III группу.

Допуск к работе осуществляет начальник смены электроцеха или старший дежурный по подстанции. Эти лица должны иметь квалификационную группу не ниже IV.

Нарядом на работу в электроустановках называется письменное распоряжение, определяющее место, время начала работы и условия ее производства, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работающих. Наряды имеют право выдавать упол-

номоченные на то распоряжением по предприятию лица, имеющие V квалификационную группу и относящиеся к административно-техническому персоналу. Наряд вручает производителю работ дежурный после подготовки рабочего места, во время допуска бригады. Наряд выдается на весь период работы. Срок его действия не ограничивается. При перерывах в работе наряд остается действительным, если не изменялись условия работы, относящиеся к подготовке и состоянию рабочего места. Изменение и расширение рабочего места возможны только в том случае, если будет выписан новый наряд. Ежедневно по окончании рабочего дня наряд сдается дежурному.

Когда работа закончена полностью, наряд закрывается. После закрытия наряда никто не имеет права приближаться к установке; рабочее место должно быть убрано. Бригада удаляется, а установка считается находящейся под напряжением. Производитель и ответственный руководитель работ расписываются об окончании работы, наряд сдается оперативному персоналу.

Допуск к работе. Технические мероприятия по подготовке рабочего места оперативный персонал выполняет обычно за 1...2 ч до начала работ. Перед началом работы ответственный руководитель, производитель работы и допускающий (старший дежурный) вновь проверяют, выполнены ли все меры безопасности, и только после этого допускающий приступает к допуску бригады: проверяет по именным удостоверениям соответствие состава бригады записям в наряде и квалификацию работающих; указывает бригаде место работы и в присутствии бригады доказывает отсутствие напряжения на отключенных и заземленных токоведущих частях вначале указателем напряжения, а затем непосредственно прикосновением к ним рукой; инструктирует бригаду, дополнительно разъясняя на рабочем месте состояние установки и возможные опасности; указывает расположенные поблизости части оборудования, оставшиеся под напряжением; дает разрешение производителю работ начинать работу и вручает ему наряд.

После допуска производитель работ не имеет права отлучаться с места работы и оставлять бригаду без надзора. Допуск к работе проводится ежедневно.

В установках без дежурного персонала после прибытия к месту работы выездной ремонтной бригады ответственный руководитель и производитель работы, если они имеют права оперативного персонала, получив по телефону разрешение дежурного сетевого района, делают необходимые переключения и подготавливают рабочие места; они же допускают бригаду к работе. В последующие дни к работе допускает производитель работ. Если никто из состава бригады не имеет прав оперативного пер-

сонала, то подготовку рабочего места и допуск осуществляет оперативно-выездная бригада.

Если во время работы бригады наступает перерыв, то вся бригада обязана покинуть электроустановку и запереть вход в нее. Наряд остается у производителя работы или наблюдающего. Без производителя работы или наблюдающего никому из работающих приходить к месту работы не разрешается. После окончания перерыва производитель работы или наблюдающий собирает бригаду, сопровождает ее к месту работы и допускает к работе. Если перерыв в работе вызван необходимостью пробного включения напряжения, то все члены бригады покидают электроустановку. Производитель работы сдает наряд. Бригада допускается к работе после пробного включения заново.

Возможны случаи, когда требуется немедленно включить в работу выведенное в ремонт оборудование. Оперативный персонал может это сделать в отсутствие бригады и без сдачи производителем работы наряда. При этом на участке, где проводились ремонтные работы, остается специальное лицо, обязанное предупредить работающих о включении оборудования под напряжение. Это лицо находится на своем месте до тех пор, пока все члены бригады не будут предупреждены о включении установки, а производитель работ не сдаст наряд.

Переход на другое рабочее место. На работу в разных местах или на разных этажах одного электрического присоединения может быть выдан один наряд. В этих случаях старший дежурный подготавливает все рабочие места, но допускает только на одно рабочее место. При переходе ремонтной бригады на другое рабочее место старший дежурный заново производит допуск. Все переходы отмечаются в наряде.

Надзор во время работы. После допуска бригады к работе производитель работы или наблюдающий не имеет права покидать рабочее место. В процессе работы он обязан предотвращать возможные нарушения ПБ членами бригады. Если производителю работ (наблюдающему) нужно отлучиться, то он должен оставить вместо себя ответственного руководителя или вывести бригаду из помещения электроустановки и запереть вход в нее. При необходимости члены бригады могут ненадолго отлучаться с места работы. Производитель работы должен проинструктировать их о пути безопасного передвижения. Оставаться в распределительном устройстве одному члену бригады и даже производителю работ не разрешается. Только при работах, по необходимости производимых в разных помещениях или на разных присоединениях, разрешается оставаться одному члену бригады с квалификационной группой не ниже III, порядок работы при этом оговаривается в графе наряда «Особые условия».

За безопасность работы в электроустановках отвечают следующие работники:

- **лицо, выдавшее наряд или устное распоряжение** (обязано определить объем работы и возможность ее безопасного выполнения, назначить ответственного руководителя и производителя работы или наблюдающего);

- **допускающий** (отвечает за достаточность выбранных мер безопасности, правильное их выполнение на месте работы, правильный допуск и оформление переходов и окончания работы);

- **ответственный руководитель** (отвечает за состав бригады и соответствие квалификационной группы работающих выполняемой работе; принимая рабочее место от дежурного, наравне с ним отвечает за правильную подготовку рабочего места и достаточность мер безопасности);

- **производитель работы** (принимая рабочее место от допускающего, отвечает за правильную подготовку рабочего места и выполнение мер безопасности, за соблюдение ПБ им самим и членами бригады, следит за исправностью инструмента и приспособлений, неослабно наблюдает за работающими);

- **наблюдающий** (назначается для надзора за бригадами строительных рабочих и лиц неэлектротехнических специальностей, отвечает за правильную подготовку рабочего места и соблюдение работающими правил безопасности, следит за тем, чтобы не снимались и не переставлялись ограждения, плакаты, заземления. Наблюдающему запрещается совмещать надзор с другой работой);

- **члены бригады** (отвечают за соблюдение ими лично ПБ и указаний, полученных при допуске к работе и во время работы).

Окончание работ и подготовка оборудования к включению в работу. Работа считается полностью законченной после уборки рабочих мест. Ответственный руководитель осматривает участок, удаляет бригаду с места работы и сдает наряд дежурному. Дежурный проверяет состояние рабочих мест, после чего закрывает наряд и подготавливает оборудование к включению. Для этого он отключает заземляющие ножи, снимает переносные заземления и проверяет в месте хранения, все ли переносные заземления в наличии для того, чтобы на присоединении, предназначенном для включения, не оставить забытых заземлений.

Основной мерой безопасности работ, выполняемых *вблизи токоведущих частей*, находящихся под напряжением, является размещение работающих на безопасных расстояниях от токоведущих частей. Работать следует с применением основных и дополнительных СИЗ. За работающими устанавливается непрерывный и бдительный надзор.

Работы вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, допускаются в том случае, когда работающий находится

на полу или стоит на подмостях, причем между работающим и токоведущими частями сохраняются расстояния не менее указанных в табл. 2.3. Токоведущие части, находящиеся под напряжением, должны быть расположены впереди работающего в поле зрения и только с одной из боковых сторон. Работы запрещаются, если токоведущие части находятся сзади работающего или с обеих его сторон, так как он может случайно коснуться их при внезапных или резких движениях. Также не разрешается работать в согнутом положении, если при выпрямлении работающий окажется от токоведущих частей на расстоянии меньше допустимого.

Если невозможно сохранить требуемые расстояния между работающими и токоведущими частями, то работать разрешается только с применением передвижных ограждений, устанавливаемых на указанных ранее расстояниях от токоведущих частей. В особо опасных помещениях на неотключенных токоведущих частях работать запрещено.

Работы по распоряжениям. По распоряжению выполняются работы, которые производятся вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением: уборка территории и помещений, в том числе за панелями щитов; ремонт аппаратуры, освещения и связи, замена ламп вне камер; возобновление надписей на ограждениях и кожухах; ремонт строительной части зданий, фундаментов оборудования, перекрытий кабельных каналов; надзор за сушкой отключенного оборудования.

Также по распоряжению выполняются монтаж, проверка, снятие, установка измерительных приборов устройств автоматики и связи, работы во вторичных цепях. Эти работы производятся при условии, что в помещении либо нет токоведущих частей напряжением выше 1000 В, либо они полностью закрыты, либо находятся на недоступной высоте. Работы выполняет ремонтный персонал, обслуживающий данную установку бригадой, состоящей не менее чем из двух человек. Некоторые работы могут выполняться оперативным персоналом или под его наблюдением.

По распоряжению разрешается выполнять небольшие кратковременные работы (до 1 ч) с полным или частичным снятием напряжения и наложением заземления: отсоединение и присоединение питающего кабеля к электродвигателю, доливка и устранение течи масла, переключение ответвлений на трансформаторе.

По распоряжению производят измерение нагрузки в кабельных линиях токоизмерительными клещами, проверку нагрева контактов штангой, определение штангой места вибрации шин. Эти работы выполняются двумя лицами с квалификационной группой старшего не ниже IV, а исполнителя — III и с соблюдением необходимых мер безопасности.

Неисправности, которые могут привести к аварии, например нагрев контактов, загрязнение изоляции, устраняются оперативным персоналом без наряда (при напряжении 1 000 В — не менее чем двумя лицами). Для предотвращения и ликвидации аварии могут потребоваться как оперативные переключения, так и ремонтные работы. Ремонтные работы оперативный персонал может производить только с разрешения вышестоящего дежурного с записью в журнале.

Эксплуатация электроустановок напряжением до 1 000 В, так же как и при напряжении выше 1 000 В, заключается в оперативном обслуживании и выполнении ремонтных работ. Технические и организационные мероприятия по безопасности выполняются в рассмотренном ранее порядке, но некоторые требования уменьшены. Например, операции с коммутационной аппаратурой разрешается выполнять единолично лицу, имеющему не IV, а III квалификационную группу.

Электроустановки при напряжении до 1 000 В осматриваются единолично дежурным (III группа) или административно-техническим работником (V группа). Единолично разрешается открывать дверцы щитов, сборок, пультов управления для осмотра, но касаться токоведущих частей нельзя. Разрешается менять предохранители под напряжением (но при снятой нагрузке), при этом необходимо быть в предохранительных очках, диэлектрических перчатках или работать изолирующими клещами. Эта работа выполняется единолично монтером III группы. Под нагрузкой допускается заменять только закрытые предохранители.

Ремонтные работы в электроустановках напряжением до 1 000 В выполняются при полностью или частично снятом напряжении либо без снятия напряжения на токоведущих частях, находящихся под напряжением. В первом случае технические и организационные мероприятия выполняются с некоторыми изменениями. Производитель работ и допускающий могут иметь III группу. Назначение ответственного руководителя не требуется. При работах по распоряжению допускающий может быть и производителем работы. Оформление перехода с одного рабочего места на другое не требуется. Разрешается оставаться и работать одному человеку (III группа), если второму лицу необходимо отлучиться.

В порядке текущей эксплуатации (без нарядов и распоряжений) оперативный персонал может выполнять работы, не требующие снятия напряжения, вдали от токоведущих частей и мелкие работы со снятием напряжения (ремонт пусковой аппаратуры, небольших электродвигателей, осветительной проводки). Перечень этих работ утверждается руководством предприятия.

При невозможности снять напряжение в электроустановках напряжением 500 В и ниже допускается работать под напряже-

нием в присутствии второго лица с квалификационной группой не ниже IV. При этом следует пользоваться инструментом с изолированными рукоятками; у отверток должен быть изолирован стержень. Соседние токоведущие части, к которым можно случайно прикоснуться, следует оградить резиновыми матами, накладками и т. п. Спецодежду следует хорошо застегнуть и надеть головной убор, диэлектрические галоши или стоять на изолирующем основании.

Работы на *воздушных линиях электропередачи* подразделяют на работы на отключенной линии вдали от других действующих воздушных линий электропередачи; работы на отключенной линии вблизи других действующих воздушных линий электропередачи; работы на линии, находящейся под напряжением.

Безопасность работ на отключенных линиях вдали от других действующих воздушных линий электропередачи обеспечивается отключением и заземлением линии, поэтому при работах на отключенных линиях электропередачи, кроме заземления линии, выполняемого дежурными на подстанциях в соответствии с общими правилами, ремонтная бригада на своем участке работы устанавливает одно или несколько дополнительных заземлений. Эти заземления располагают на расстоянии не более 2 км одно от другого.

Если работа производится на проводе только одной фазы отключенной линии, то можно ограничиться заземлением только этой фазы. При этом расстояние от заземленного провода до проводов двух других (отключенных) фаз должно быть не менее 2 м при напряжении 35 кВ, 3 м — при напряжении 110 кВ, 4 м — при напряжении 154 кВ, 5 м — при напряжении 220 кВ, 7 м — при напряжении 330 кВ, 10 м — при напряжении 500 кВ.

Чтобы не отключать устройства телемеханики и связи на линиях, оборудованных высокочастотными каналами, отключенный провод линии заземляют через дроссельную катушку.

Столбовая подстанция представляет собой трансформатор, укрепленный на площадке опоры воздушной линии электропередачи. Трансформатор получает питание от этой линии через разъединитель, расположенный на той же или соседней опоре. Если со столбовой подстанции напряжение снято разъединителем, расположенным на этой же опоре, то разрешаются лишь те осмотры и ремонты, которые производят стоя на площадке без приближения к проводам линии, находящимся под напряжением.

На реконструируемых подстанциях с выносным разъединителем после отключения разъединителя можно выполнять любые работы.

Отключение столбовой подстанции производится в следующем порядке. Отключают рубильники низшего напряжения (тем са-

мым с подстанции снимают нагрузку), затем отключают разъединители высшего напряжения, запирают на замок их приводы и вывешивают на приводе плакат «Не включать — работа на линии». Убеждаются в отключении трех фаз разъединителя путем его осмотра с земли. Вынимают плавкие предохранители высшего напряжения. Проверяют отсутствие напряжения и накладывают защитное заземление. Все операции выполняют в диэлектрических перчатках.

Включение подстанции производят в обратном порядке по получении разрешения дежурного сетевого района.

Во время ремонта, прежде чем поднимать или опускать трансформатор, следует убедиться в прочности балок и креплений подстанции. При подъеме и опускании трансформатора питающую линию и сборку низшего напряжения заземляют.

Работы на линиях, находящихся под напряжением выше 1 000 В, подразделяются на три категории:

I категория — работы, когда не требуется разбирать конструктивные элементы опоры. Их выполняют либо не поднимаясь на опору, либо поднимаясь на высоту не более 3 м (уровень 1—1, рис. 2.27). К этой категории работ относятся вырубка и расчистка просек, проверка загнивания или ржавления оснований опор, ремонт бандажей, подтяжка болтовых соединений, окраска, измерение сопротивления заземления опор, осмотр и осмоление подножников и т. п.;

II категория — работы, которые выполняются с подъемом на опору на высоту, не превышающую 2 м от уровня подвески нижнего провода (уровень 2—2, рис. 2.27);

III категория — работы, требующие подъема до верха опоры, и работы на проводах, изоляторах и деталях опор с применением изолирующих устройств или приспособлений и выполняемые без снятия напряжения.

Первая категория работ выполняется без наряда электромонтерами, имеющими II квалификационную группу.

Вторая категория работ выполняется по наряду не менее чем двумя электромонтерами.

Производитель работы должен иметь квалификационную группу не ниже III, а электромонтеры — II (при работах без разборки конструктивных элементов опоры) или производитель работы имеет группу не ниже IV, а электромонтеры — III (при работах с разборкой конструктивных элементов опоры, работах с измерительными штангами). Верховой осмотр, замер загнивания древесины, измерения сопротивления заземления опор могут выполнять монтеры с III квалификационной группой.

Третья категория работ выполняется по наряду не менее чем двумя специально обученными электромонтерами, имеющими

квалификационную группу не ниже IV. Они работают непосредственно на проводе, находящемся под напряжением (ремонт и замена проводов, соединителей, изоляторов и арматуры), или вблизи проводов (замена грозозащитного троса, ремонт деталей опор, их покраска и др.).

Работа под напряжением будет безопасна в том случае, когда отсутствует разность потенциалов между телом человека и токоведущей частью, к которой он прикасается. Для этого тело человека должно быть надежно изолировано как от земли, так и от частей с другим потенциалом.

При работе под напряжением на проводе трехфазной сети электромонтер стоит на металлической рабочей площадке, укрепленной на изолирующем устройстве — раздвижной лестнице, поворотной или подвесной площадке, телескопической вышке. Изолирующее устройство имеет большое сопротивление и изолирует рабочую площадку от земли. К площадке присоединен гиб-

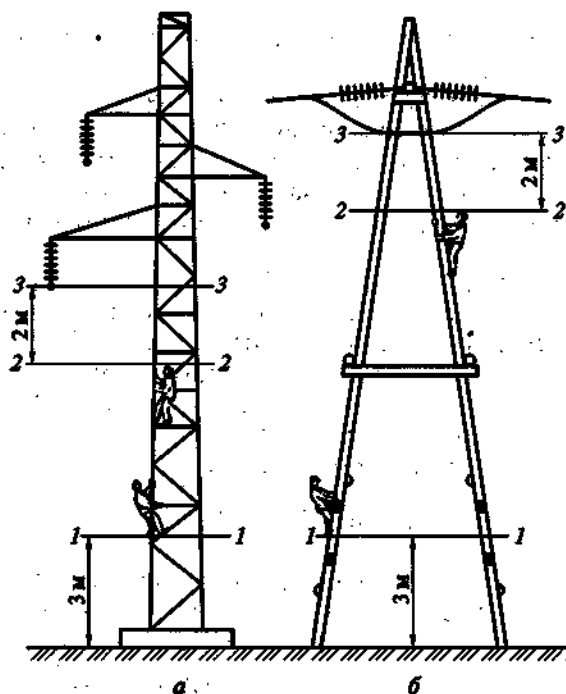


Рис. 2.27. Предельно допустимые уровни подъема на опоры:

а — промежуточная опора; б — анкерная опора; 1—1 — не более 3 м от земли для работ I категории; 2—2 — не менее 2 м от уровня нижнего провода для работ II категории; 3—3 — уровень нижнего провода

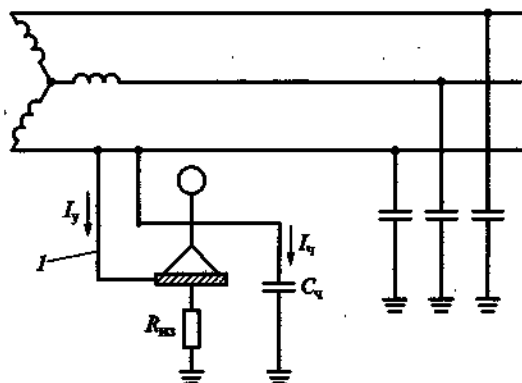


Рис. 2.28. Схема работы под напряжением на проводе трехфазной сети с заземленной нейтралью:

I — шунтирующий проводник; $R_{из}$ — сопротивление изолирующего устройства; I_y — ток утечки; $I_{\text{ч}}$, $C_{\text{ч}}$ — ток и емкость тела человека

кий шунтирующий проводник с зажимом, закрепленным на изолирующей штанге.

Прежде чем прикоснуться к проводу, находящемуся под высоким напряжением, электромонтер, стоящий на рабочей площадке, соединяет ее с проводом и выравнивает потенциалы площадки и провода. Для этого он изолирующей штангой накладывает зажим шунтирующего проводника на провод линии электропередачи.

На рис. 2.28 показана схема работы под напряжением на проводе трехфазной сети с заземленной нейтралью. Тело человека изолировано от земли сопротивлением изолирующего устройства $R_{из}$. Ток утечки изолирующего устройства I_y проходит не через тело человека, а через шунтирующий проводник I . На тело человека воздействует только емкостный ток $I_{\text{ч}}$, мА, обусловленный емкостью его тела относительно земли:

$$I_{\text{ч}} = \omega C_{\text{ч}} U_{\text{ф}} \approx 0,007 U_{\text{л}},$$

где ω — угловая частота переменного тока, $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 314 \text{ с}^{-1}$; $C_{\text{ч}}$ — емкость тела человека, расположенного на высоте 6...7 м относительно земли, $C_{\text{ч}} = 40 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$; $U_{\text{ф}}$ — фазное напряжение, кВ, $U_{\text{ф}} = U_{\text{л}} / \sqrt{3}$; $U_{\text{л}}$ — линейное (номинальное) напряжение сети, кВ.

При работе на линиях электропередачи напряжением 110...500 кВ сила такого тока составляет

$$I_{\text{ч}} = 0,8 \dots 3,5 \text{ мА}.$$

Его воздействие ощущается болезненно. Согласно ПБ при работе под напряжением на линиях напряжением 220 кВ и выше электромонтер должен надевать экранирующий костюм из металлизированной ткани с каской и обувью. Костюм надевается под хлопчатобумажный комбинезон и соединяется проводником с металлической рабочей площадкой. Защитный костюм уменьшает емкостный ток в 10—15 раз.

В момент наложения шунтирующего проводника I на провод линии электропередачи возникает переходный процесс, и через тело человека могут кратковременно (в течение нескольких микросекунд) проходить токи 0,4...0,9 А. Чтобы уменьшить величину этих токов, в изолирующую штангу, с помощью которой накладывается шунтирующий проводник, встроено добавочное сопротивление $R_{доб} = 5...10$ МОм, которое включается последовательно и ограничивает ток переходного процесса; затем это сопротивление шунтируется.

При работах III категории, т. е. связанных с подъемом до верха опоры или на проводе, находящемся под напряжением, существует опасность поражения током вследствие следующих причин.

1. Приближение человека, работающего на опоре, к проводу (или человека, работающего на проводе, — к заземленной опоре). Наименьшие допустимые расстояния L между человеком и частями, имеющими неодинаковый с ним потенциал, зависят от номинального напряжения U линии и имеют следующие значения:

U , кВ	35	110	150	220	330	500
L , м	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5

2. Недостаточная прочность изоляции устройства, изолирующего человека от земли (если это устройство установлено на земле) или от заземленной опоры (если устройство укреплено на опоре). Наименьшая допустимая длина изолирующей части устройства l_p и приспособлений для работы под напряжением l_n зависит от величины этого напряжения:

U , кВ	35	110	150	220	330	500
Длина изолирующей части:						
l_p , м	2,0	2,0	2,0	3,0	3,5	5,5
l_n , м	0,5	0,8	1,3	2,0	2,3	3,5

Следует пользоваться исправными, чистыми и сухими устройствами и приспособлениями, испытанными повышенным напряжением.

Во время работ на воздушных линиях, находящихся под напряжением, необходимо соблюдать дополнительные меры безопасности. Подавать приспособления, мелкие детали и некоторые инст-

рументы на опору и с опоры следует при помощи хлопчатобумажного или капронового каната, концы которого связаны. Поднятые по этому канату приспособления и детали вначале устанавливают и закрепляют на опоре, а затем отцепляют от поводка каната. Чтобы канат не раскачивался, его натягивают. Необходимый для работы на опоре инструмент электромонтеры, как правило, должны иметь при себе (в сумке). Электромонтеру, находящемуся под напряжением на изолирующих от земли устройствах (телескопических вышках), нельзя ничего передавать, так как при прикосновении к нему произойдет замыкание на землю. Электромонтеры, поднимаясь на опору, обязаны надевать предохранительные пояса с кожаным, хлопчатобумажным или капроновым ремнем. Для подъема и крепления опор, а также тяжелых деталей применяют прочные капроновые или хлопчатобумажные канаты, заменяющие стальной трос (трос используют только в случаях крайней необходимости).

На линиях напряжением до 1 000 В работы под напряжением не проводят, за исключением установки и замены пасынков, подкосов, выправки покосившихся опор и других работ, не требующих приближения к проводам на расстояние менее 1,5 м. На линиях уличного освещения разрешается без снятия напряжения чистить арматуру, менять лампы (за исключением люминесцентных светильников) и заменять предохранители. При этом соблюдают указанные меры безопасности.

При работе в зоне влияния действующих воздушных линий электропередачи электрический ток, проходящий в проводах линий электропередачи, создает переменное электромагнитное поле. Это поле, пересекая близко расположенные провода и тросы, наводит в них электродвижущую силу (ЭДС) взаимной индукции, В:

$$E = \omega M I,$$

или на единицу длины провода, В/км:

$$E' = \frac{E}{l} = \omega M I,$$

где M — коэффициент взаимной индукции между работающим и

отключенным проводами, Гн/км, $M \approx (1/1\,000)I + 0,1 \lg \frac{\rho}{a^2}$; I — ток

индукции, в качестве которого по условиям безопасности принимается наибольший из возможных токов, например ток однофазного замыкания на землю работающей линии, А; ρ — удельное сопротивление земли, Ом · м; l — длина отключенного провода, км; a — расстояние между проводами, м.

Значение наведенной ЭДС зависит не от напряжения линии, а от длины линии и силы тока в работающих проводах (или тока замыкания на землю).

В отключенных проводах и тросах, расположенных вблизи работающих проводов линии, дополнительно наводится потенциал, обусловленный емкостной связью между ними. Величина этого потенциала вычисляется по формуле

$$\phi = kU_{\phi},$$

где k — коэффициент емкостной связи между отключенным и работающим проводами, зависящий от расстояния между проводами $a = 3 \dots 4$ м, высоты подвеса $H = 6 \dots 8$ м и диаметра проводов $d = 6 \dots 25$ мм, $k = 0,13 \dots 0,18$.

Значение емкостного потенциала зависит от напряжения линии, расстояния между проводами и не зависит от длины провода и величины тока. В отключенном и незаземленном проводе трехфазной линии напряжением 220 кВ вследствие емкостной связи появляется потенциал

$$\phi = 0,14 \cdot 200 / \sqrt{3} \approx 16,2 \text{ кВ.}$$

Основным средством защиты от наведенных потенциалов является заземление. Для этого вблизи места работы в землю вбивают вертикальный электрод. Длину электрода нужно выбрать такой, чтобы он проник в хорошо проводящие нижние слои земли. Затем с помощью изолирующей штанги (рис. 2.29) с гасителем 2 заземляющий проводник 3, предварительно присоединенный к электроду 4, накладывают на отключенный провод линии 1.

Гаситель — это сопротивление, которое служит для гашения дуги, возникающей при приближении зажима заземлителя к проводу заземляемой линии. Отключенная линия заземляется в одной точке вблизи места работы или в двух точках на расстоянии не более 2 км.

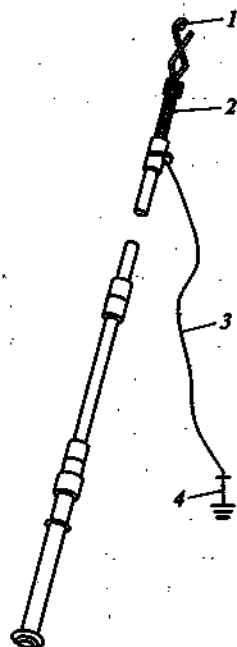


Рис. 2.29. Изолирующая штанга с гасителем:

1 — отключенный провод линии; 2 — гаситель;
3 — заземляющий проводник; 4 — электрод

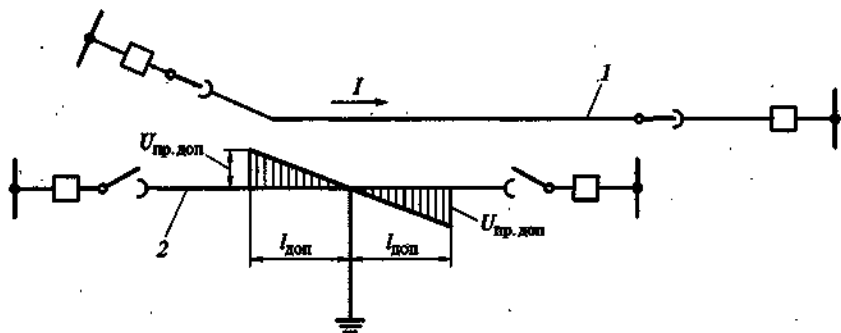


Рис. 2.30. Зона безопасной работы вблизи заземлителя:

I — линия, находящаяся в работе; 2 — линия, находящаяся в зоне влияния линии I ; I — ток; $U_{\text{пр.доп}}$ — допустимое напряжение прикосновения; $l_{\text{доп}}$ — допустимая длина провода

На рис. 2.30 показана зона безопасной работы, которая ограничена длиной провода $l_{\text{доп}}$, на которой наводится индуктированная ЭДС, по величине равная или меньшая, чем допустимое напряжение прикосновения, U :

$$U_{\text{пр.доп}} \leq E/l_{\text{доп}}$$

В правилах техники безопасности допустимая зона работы при пофазном ремонте установлена на расстоянии 20 м по обе стороны от заземлителя. Правилами не рекомендуется заземление отключенной фазы линии в нескольких местах, так как безопасность работы не обеспечивается вследствие причин: через многократные заземлители проходят токи, вызванные наведенной ЭДС; безопасная зона смещается в зависимости от числа заземлителей, удельного сопротивления грунта и т. п.

При производстве пофазного ремонта несколькими бригадами в различных пролетах линии шлейфы ремонтируемой фазы должны быть разъединены на анкерных опорах, а фаза заземлена в пролете на месте работы каждой бригады.

Основным средством защиты от наведенного в проводе напряжения в зоне влияния является заземление этого провода в одном месте вблизи места работы.

На пересечении с действующей линией провода и тросы монтируемой или ремонтируемой линии заземляют с обеих сторон от места пересечения. Если провод или трос нельзя по каким-либо причинам заземлить, то работать разрешается с помощью изолирующих устройств, испытанных максимальным напряжением, равным наведенному напряжению. В этом случае линию считают находящейся под напряжением, даже если провод или трос

спущен с опоры или лежит на земле, поэтому в населенной местности, а также у дорог с большим движением запрещается приближаться к проводу посторонним лицам. Если во время проведения работ возможно падение монтируемого провода, касание им проводов действующих линий или даже приближение к действующей линии на опасное расстояние, то действующую линию отключают и заземляют.

При работах на *кабельных линиях электропередачи* предусмотрены следующие меры безопасности.

Земляные работы. При прокладке кабелей роют траншеи и котлованы. До начала работы ответственный руководитель и производитель работы по плану знакомятся с расположением находящихся в земле коммуникаций: газо-, водо- и теплопроводов, канализации, кабелей, затем они получают разрешение от организаций, эксплуатирующих эти коммуникации, на работу. Чтобы при раскопках не повредить находящиеся в земле трубопроводы и кабели, земляные работы проводятся с особой осторожностью.

Грунт вблизи кабелей и труб вынимают лопатой. Лом и кирку, которыми могут пробить кабель или трубу, при раскопках не применяют. Если при рытье траншей обнаруживается трубопровод или кабель, то рабочие приостанавливают работы и извещают об этом ответственного руководителя. Если в траншее обнаружен газ, то рабочие срочно покидают ее до тех пор, пока газ не будет удален.

Во избежание повреждения отрытые муфты кабелей укрепляют на прочной доске, подвешиваемой к перекинутым через траншею брускам, а сам кабель помещают в закрытые короба. На коробах вывешивают предупредительный плакат «Стоять — высокое напряжение!». Закрепляя кабели, запрещается их смещать или подвешивать.

Во избежание завала рабочих земель соблюдаются необходимые меры безопасности. Траншеи и котлованы глубиной более 1 м роют с откосами, соответствующими углу естественного откоса грунта. Если стенки отвесны, то их укрепляют досками и распорками. Особенно тщательно укрепляют стенки при оплывающих или осыпающихся почвах и почвах с высоким уровнем грунтовых вод. Если в дальнейшем на краю траншеи будут располагаться подъемные механизмы или тяжелые грузы, то стенки траншей укрепляют при любом грунте и любом откосе.

В местах движения людей и транспортных средств траншеи и котлованы ограждают временными перилами, на которых вывешивают предупредительные плакаты. Траншеи и котлованы нельзя оставлять без надзора или ограждения, а вблизи проходов и проездов — без освещения в ночное время. Для пешеходов де-

лаются мостки или переходы. В местах движения трамвая ограждения устанавливают на расстоянии не менее 0,6 м от ближнего рельса и снабжают плакатом «Тихий ход!».

Для спуска в траншею (котлован) глубиной более 1 м сооружают лестницу или настил с поперечными планками.

Прокладка кабелей. Вне зданий кабели прокладывают в траншеях или туннелях, а внутри зданий — в коробах, на стеллажах или в каналах, выложенных в полу вдоль стен. Кабели доставляют к месту прокладки намотанными на барабаны. Барабаны с кабелем осторожно спускают по наклонным настилам, сдерживая тросом. Барабаны массой более 1 т снимают с автомобиля грузоподъемными механизмами. Перед разматыванием кабеля барабан приподнимают и укрепляют на козлах или домкратах.

При прокладке пользуются брезентовыми рукавицами. На каждого рабочего должна приходиться масса не более 35 кг для мужчин и 20 кг для женщин. При недостаточном числе рабочих кабель разматывают по частям петлями таким образом, чтобы нагрузка на каждого не превышала допустимой.

Работающие переносят кабель на плече, обращенном в сторону траншеи или кабельного канала, по бровке, свободной от грунта.

При протягивании кабеля через проем стены или через трубу рабочие стоят на расстоянии не менее 1,5 м от этого проема или отверстия трубы так, чтобы руки не могли быть затянуты в проем или трубу. Команда подается одновременно всем работающим.

На поворотах трассы кабель запрещено оттягивать руками или поправлять его, нельзя также находиться внутри образуемого кабелем угла. Для оттягивания кабеля применяют угловые ролики. Чтобы кабель не оборвался, тяговое усилие не должно превышать допустимого.

Зимой при низкой температуре изоляция кабелей становится хрупкой. Чтобы не повредить кабель при прокладке, его прогревают током от электросварочного аппарата или специального трансформатора, которые имеют вторичное напряжение не выше 65 В. Вторичную обмотку трансформатора, жилы и броню кабеля заземляют.

Каждый кабель маркируют бирками, где указаны его назначение, номер, число жил, сечение, рабочее напряжение. По надписи на бирке можно будет впоследствии кабель отличить от других, лежащих рядом, иначе по ошибке можно вскрыть кабель, находящийся под напряжением. Отдельные участки кабелей соединяют муфтой. Муфты также маркируют бирками, на которых указывают дату разделки муфты и ее номер.

Вскрытие муфты и резка кабелей. После того как с помощью кабелеискателя найдены поврежденная муфта или участок кабе-

ля, необходимо убедиться в правильности этого определения. Следует исходить из того, что маркировка могла быть ошибочной, а кабелеискатель показал неправильно, поэтому резку кабеля или вскрытие муфты проводят в присутствии допускающего с особыми предосторожностями.

Чтобы убедиться в отсутствии напряжения, кабель прокалывают, предварительно заземлив металлическую часть. Для этого штангу присоединяют гибким проводом сечением не менее 10 мм² к стационарному или временному заземлителю — забитым в землю трубе, лому, железной подосе или броне кабеля. Затем кабель подвешивают на козлах или кирпичях. Производитель работ, находясь на безопасном расстоянии от кабеля на изолирующем основании или резиновом коврике, в защитных очках и диэлектрических перчатках, прокалывает кабель. После прокола кабеля и заземления его жил дополнительные меры безопасности не требуются, бригада допускается к работе.

Контроль за техническим состоянием и безопасным обслуживанием электротехнических установок потребителей электрической энергии, оборудования и основных сооружений электростанций, электрических сетей энергоснабжающих организаций, за рациональным использованием электрической энергии в организациях и учреждениях независимо от форм собственности осуществляют органы государственного энергетического надзора.

Потребитель (владелец энергоустановки) обязан обеспечить:

- содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок, ПБ и других нормативно-правовых актов;

- своевременное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, испытаний, модернизации и реконструкции электроустановок и электрооборудования;

- подбор электротехнического и электротехнологического персонала, периодические медицинские осмотры работников, проведение инструктажей по безопасности труда, пожарной безопасности;

- обучение и проверку знаний электротехнического и электротехнологического персонала;

- надежность работы и безопасность эксплуатации электроустановок;

- охрану окружающей среды при эксплуатации электроустановок;

- учет, анализ и расследование нарушений в работе электроустановок, несчастных случаев, связанных с эксплуатацией электроустановок, и принятие мер по устранению причин их возникновения;

- разработку должностных, производственных инструкций и инструкций по охране труда для электротехнического персонала;

- предоставление сообщений в органы государственного энергетического надзора об авариях, смертельных, тяжелых и групповых несчастных случаях, связанных с эксплуатацией электроустановок;

- укомплектование электроустановок защитными средствами, средствами пожаротушения и инструментом;

- учет, рациональное расходование электрической энергии и проведение мероприятий по энергосбережению;

- проведение необходимых испытаний электрооборудования;

- эксплуатацию устройств молниезащиты, измерительных приборов и средств учета электрической энергии;

- выполнение предписаний органов государственного энергетического надзора.

Обязанности ответственного за электрохозяйство:

- организовать разработку и ведение необходимой документации по вопросам организации эксплуатации электроустановок;

- организовать обучение, инструктирование, проверку знаний и допуск к самостоятельной работе электротехнического персонала;

- организовать безопасное проведение всех видов работ в электроустановках, в том числе с участием командированного персонала;

- обеспечить своевременное и качественное выполнение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электроустановок;

- организовать проведение расчетов потребности потребителя в электрической энергии и осуществлять контроль за ее расходом;

- участвовать в разработке и внедрении мероприятий по рациональному потреблению электрической энергии;

- контролировать наличие, своевременность проверок и испытания средств в электроустановках, средств пожаротушения и инструмента;

- обеспечить установленный порядок допуска в эксплуатацию и подключения новых и реконструированных электроустановок;

- организовать оперативное обслуживание электроустановок и ликвидацию аварийных ситуаций;

- обеспечить проверку соответствия схем электроснабжения фактическим эксплуатационным с отметкой на них о проверке (не реже 1 раза в 2 года);

- обеспечить пересмотр инструкций и схем (не реже 1 раза в 3 года) и повышение квалификации электротехнического персонала (не реже 1 раза в 5 лет);

- обеспечить контроль замеров показателей качества электрической энергии (не реже 1 раза в 2 года);

- контролировать правильность допуска персонала строительного-монтажных и специализированных организаций к работам в действующих электроустановках и в охранной зоне линий электропередачи.

В инструкции ответственного за электрохозяйство дополнительно следует указывать его права и ответственность.

Группа по электробезопасности у ответственного за электрохозяйство и его заместителя:

V — в электроустановках напряжением выше 1 000 В;

IV — в электроустановках напряжением до 1 000 В.

2.5. Меры обеспечения безопасного проведения погрузочно-разгрузочных работ, работ на высоте

Требования безопасности при погрузке, разгрузке, складировании и транспортировке грузов регламентируются Межотраслевыми правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (ПОТ Р М-007—98), ГОСТ 12.3.009—76*, Положение «Охрана труда при складировании материалов» (ПОТ Р О-14000-007—98). Погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять механизированным способом с помощью подъемно-транспортного оборудования и средств малой механизации. Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ является обязательным для грузов массой более 50 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 3 м. Поднимать и перемещать грузы вручную необходимо при соблюдении норм, установленных действующим законодательством.

Основные организационные и технические причины производственного травматизма и заболеваемости на погрузочно-разгрузочных работах следующие:

- незнание работающими мер безопасности; неправильная организация производства работ, неудовлетворительный контроль за их безопасным выполнением, низкая производственная дисциплина;

- неисправность или отсутствие необходимых ограждений вращающихся частей машин и механизмов; а также других предохранительных устройств и приспособлений;

- отсутствие или неисправность защитного заземления, неисправность изоляции токоведущих частей;

- недостаточная освещенность мест производства работ и неудовлетворительное состояние покрытия рабочих площадок;

- неправильная обвязка грузов, предназначенных для подъема, использование для этого негодных или несоответствующих грузу стропов, подъем и перемещение грузов, превышающих установленную для них грузоподъемность;

- неудовлетворительное состояние или отсутствие у работающих СИЗ и т.д.

В соответствии с ГОСТ 12.3.020—80* перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъемно-транспортных устройств или средств механизации. Также должно быть механизировано перемещение грузов в технологическом процессе на расстояние более 25 м.

Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться под руководством ответственного лица, назначенного администрацией организации. При возникновении опасных моментов или обстоятельств ответственный за производство погрузочно-разгрузочных работ должен немедленно принять меры предосторожности, а если это невозможно — прекратить работу до устранения опасности.

Требования безопасности при выполнении работ на высоте регламентируются СНиП 12-03—2001, СНиП 12-04—2002, Межотраслевыми правилами по охране труда при работе на высоте (ПОТ Р М-012—2000).

Работы на высоте относятся к работам с повышенной опасностью и включаются в соответствующий перечень профессии рабочих и видов работ, к которым предъявляются повышенные требования по соблюдению правил безопасности производства работ.

Работы, проводимые на рабочих местах, расположенных над уровнем пола, земли, перекрытия или рабочего настила на расстоянии 1,3 м и выше, относятся к работам на высоте, а расположенные на высоте более 5 м — к верхолазным работам.

К выполнению работ на высоте допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, без противопоказаний к выполнению работ на высоте, имеющие профессиональные навыки, прошедшие обучение безопасным методам и приемам работы и получившие соответствующее удостоверение.

К выполнению верхолазных работ допускаются лица, имеющие стаж верхолазных работ не менее 1 года и тарифный разряд не ниже 3-го.

При проведении работ на высоте должны устанавливаться ограничения и обозначаться в установленном порядке *границы опасных зон*: в местах, над которыми проходит перемещение грузов подъемными кранами, а также вблизи строящегося здания; в местах возможного падения предметов при работах на зданиях, сооружениях; вблизи движущихся частей машин и оборудования (определяются в пределах 5 м); вокруг мачт и башен при эксплуатации и ремонте на расстоянии $1/3$ высоты сооружения.

Перечень мест производства и видов работ, где работы выполняются по *наряду-допуску*, разрабатывается в организации с учетом ее профиля и утверждается руководителем организации.

Наряд-допуск определяет место работ с повышенной опасностью, их содержание, условия безопасного выполнения, время начала и окончания работ, состав бригады или лиц, выполняющих работы, ответственных лиц при выполнении этих работ. К наряду-допуску могут при необходимости прилагаться эскизы защитных устройств и приспособлений, схемы расстановки постов оцепления, установки предупредительных знаков и т. п.

При выполнении работ в охранных зонах сооружений и коммуникаций наряд-допуск выдается при наличии письменного разрешения организации этого сооружения или коммуникации. Наряд-допуск выдается непосредственному производителю работ на срок, необходимый для выполнения работ. В исключительных случаях работы с повышенной опасностью: предупреждение аварии, устранение угрозы жизни работников, ликвидация последствий аварий — могут быть начаты без оформления наряда-допуска, но с обязательным соблюдением мер по обеспечению безопасности работников и под непосредственным руководством ответственного должностного лица.

Работы по подъему, перемещению оборудования и технологических конструкций при помощи *простейших грузоподъемных механизмов* (лебедок, талей, домкратов и т. п.) поручают выполнять обученным опытным лицам под руководством квалифицированного бригадира. Работники, выполняющие такелажные работы (как правило, из числа рабочих, занятых на ремонте), должны соблюдать меры безопасности, невыполнение которых мо-

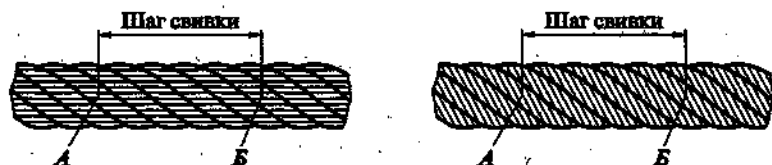


Рис. 2.31. Определение шага свивки

жет привести к падению оборудования, обрыву тросов и другим травмоопасным ситуациям.

Обвязочные (чалочные) канаты на перемещаемом оборудовании следует располагать равномерно, без узлов и перекруток. Чтобы предохранить трос (канат) от крутых изгибов или перегирания, на все острые ребра оборудования подкладывают прокладки. Нельзя оставлять поднимаемый груз в подвешенном состоянии после окончания работ. Не следует подвигать оборудование крюком грузоподъемного механизма при косом положении троса или отрывать этим механизмом оборудование, углубленное в пол.

Для предохранения рук рабочих от защемления при опускании оборудования или конструкций предварительно укладывают прочные подкладки толщиной, достаточной для свободного размещения пальцев рук между подкладками и опускаемой частью оборудования. Перемещать груз над установленным оборудованием можно на высоте не менее 0,5 м.

Для обвязки грузов при производстве такелажных работ рекомендуется применять стропы универсальные или облегченные диаметром 12,5... 25 мм, грузоподъемностью 1,3 и 5 т. Строповку оборудования выполняют в соответствии со схемой, указанной в паспорте оборудования, или общепринятыми схемами (обычно для этого используют рамы, проушины), а расстроповку — только после окончательной установки и закрепления оборудования. Не допускается строповка оборудования за обработанные поверхности или рабочие детали.

При проведении такелажных работ следует уделять внимание состоянию тросов, канатов и других грузозахватных приспособлений. При эксплуатации канаты изнашиваются, подвергаются коррозии, поэтому при техническом освидетельствовании грузоподъемных устройств и механизмов проверяют состояние канатов (тросов) и их крепление. При обнаружении неудовлетворительного состояния канатов производят их браковку и замену на новые.

Браковку стальных канатов производят по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки. Шаг свивки определяют следующим образом. На поверхности какой-либо пряжи наносят метку (точка *А*, рис. 2.31), от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько же прядей, сколько имеется в сечении каната (например, шесть в шестипрядном канате). На следующей после отсчета пряжи, в данном случае на седьмой, наносят вторую метку (точка *Б*). Расстояние между метками *А* и *Б* принимают за шаг свивки каната. На этом шаге подсчитывают число обрывов и сравнивают с данными таблицы, по которой производят браковку каната.

Если канаты кроме обрывов проволок имеют еще и поверхностный износ или коррозию проволок, то число обрывов на шаге свивки как признак браковки уменьшают в зависимости от износа или коррозии. При износе или коррозии проволок, достигших 40 % первоначального диаметра, канат бракуют. Если для подъема оборудования используют домкраты, то необходимо увеличить их опорную поверхность, установив под ними прокладки. Конфигурация опорной поверхности домкрата должна исключать возможность соскальзывания или смещения поднимаемого оборудования.

К погрузочно-разгрузочным работам не допускают рабочих без спецодежды и СИЗ. При наличии опасности падения предметов сверху рабочие на местах производства работ должны носить защитные каски. Другие СИЗ используют в зависимости от вида груза и условий ведения работ (например, применение респираторов и защитных очков).

Постоянная работа по переноске тяжестей вручную сверх установленных норм может привести к тяжелым заболеваниям и травмам, поэтому необходимо следить за тем, чтобы эти нормы неукоснительно соблюдались. Законодательством предусмотрено, что на работах, связанных с переноской тяжестей, предельная норма переноски по ровной горизонтальной поверхности на каждого человека не должна превышать для женщин 15 кг, для мужчин 50 кг.

Грузчикам-мужчинам разрешено переносить груз массой до 80 кг, но при массе груза 50 кг и выше подъем его на спину и спуск производят с помощью других рабочих; при расстоянии свыше 15 м такой груз перемещают при помощи механизмов. Груз массой более 80 кг независимо от расстояния перемещают только с помощью механизмов и специальных приспособлений.

Места производства погрузочно-разгрузочных работ должны иметь:

- основание, обеспечивающее устойчивость подъемно-транспортного оборудования, складировемых материалов и транспортных средств;

- достаточное естественное и искусственное освещение;
- необходимые СКЗ и знаки безопасности.

На площадках для укладки грузов обозначают границы штабелей, проходов и проездов между ними. Размещать грузы в проходах и проездах не разрешается.

Движение транспортных средств в местах проведения погрузочно-разгрузочных работ организуют по транспортно-технологической схеме с установкой соответствующих знаков. На железнодорожных подъездных путях устанавливают предупредительные знаки, принятые на железнодорожном транспорте, вывешивают

плакаты, запрещающие переходить путь в неустановленном месте. В темное время суток должна действовать световая сигнализация.

При наличии выходов из производственных помещений на железнодорожные пути, расположенные ближе 6 м от здания, у выхода устанавливают сигнализацию, предупреждающую работающих о проходе железнодорожного состава. В местах перемещения передвижных транспортных средств, применяемых на погрузочно-разгрузочных операциях, через рельсовые пути необходимо предусматривать переносные настилы шириной не менее 2,5 м.

Проходы и рабочие места должны быть выровнены, не иметь ям и рытвин. Зимой их очищают от снега, а в случае обледенения посыпают песком, шлаком или другими противоскользящими материалами. Погрузочно-разгрузочные площадки для крупнотоннажных и других контейнеров должны быть ровными, бетонированными или покрытыми асфальтом с максимальным уклоном не более 15°.

На промышленном предприятии любого профиля широко используется *подъемно-транспортная техника*: подъемные краны, лебедки, блоки, домкраты, конвейеры, лифты, мототележки, автопогрузчики.

Опасности, которым при эксплуатации такой техники подвергаются люди, связаны с непредвиденными контактами с движущимися частями оборудования, ударом от падающих предметов при обрыве поднимаемого груза, при высыпании части груза и с падением самого оборудования. При взаимодействии работников с передвижным оборудованием возможны также наезд и удар при столкновении.

Безопасность труда при подъеме и перемещении грузов в значительной степени зависит от конструктивных особенностей подъемно-транспортных машин и соответствия их Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и государственным стандартам.

Все части, детали и вспомогательные приспособления подъемных механизмов в отношении изготовления, материалов, качества сварки, прочности, устройства, установки, эксплуатации должны удовлетворять соответствующим техническим условиям, стандартам, нормам и правилам:

- все доступные движущиеся или вращающиеся части механизмов должны быть ограждены;
- исключается непредусмотренный контакт работающих с перемещающимися грузами и самими механизмами при их передвижении;
- обеспечивается надежная прочность механизмов, вспомогательных, грузозахватных и строповочных приспособлений.

Инспекция Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и администрация предприятия устанавливают постоянный надзор за состоянием грузоподъемных устройств, канатов, сменных грузозахватных органов (крюков, электромагнитов и т. п.), съемных грузозахватных приспособлений (стропов, клещей, траверс и т. п.) и тары (контейнеров, ковшей и т. п.), уходом за ними и безопасностью эксплуатации. В частности, правилами Ростехнадзора предусмотрено проведение регламентированных испытаний грузоподъемных машин, наиболее опасных среди всех подъемно-транспортных машин.

Вновь установленные грузоподъемные машины подвергаются до пуска в работу полному *техническому освидетельствованию*. Грузоподъемные машины, находящиеся в эксплуатации, подвергаются периодическому техническому освидетельствованию: частичному — не реже 1 раза в 1 год; полному — не реже 1 раза в 3 года, за исключением редко используемых средств. При необходимости осуществляется внеочередное полное техническое освидетельствование.

При полном техническом освидетельствовании грузоподъемная машина подвергается осмотру, статическому и динамическому испытанию. При частичном освидетельствовании статические и динамические испытания не проводятся.

Осмотр сопровождается проверкой работы механизмов и электрооборудования, тормозов, аппаратуры управления, освещения и сигнализации, приборов безопасности и регламентируемых габаритов.

Статические испытания проводят в целях проверки прочности металлических конструкций грузоподъемных машин и устойчивости против опрокидывания (для стреловых кранов) нагрузкой, на 25 % превышающей грузоподъемность крана. Груз поднимается на высоту 300 ... 200 мм (при стреловом кране 200 ... 100 мм) с последующей выдержкой в наиболее опасном положении в течение 10 мин. Затем груз опускают и проверяют наличие или отсутствие остаточной деформации моста крана.

Динамическое испытание производится грузом, на 10 % превышающим грузоподъемность машины, и имеет целью проверку действия механизмов грузоподъемной машины и их тормозов. Допускается проведение динамического испытания рабочим грузом. При динамическом испытании производят неоднократный подъем и опускание груза.

При техническом освидетельствовании стальные канаты (тросы) бракуют по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки каната. Соответствующие нормы устанавливаются в зависимости от конструкции, степени износа или коррозии, назначе-

ния, отношения диаметра блока, огибаемого канатом, к диаметру каната.

Все канаты и цепи, применяемые на подъемно-транспортных машинах, проверяются на прочность по формуле

$$\frac{P}{S} \geq K,$$

где P — разрывное усилие, H , каната в целом, принимаемое по сертификату, а при проектировании — по ГОСТу; S — наибольшее натяжение ветви каната с учетом КПД полиспаста (без динамических нагрузок), H ; K — коэффициент запаса прочности, для машин с ручным приводом $K = 4$, для машин с машинным приводом при легком режиме работы $K = 5$, при среднем $K = 5,5$, при тяжелом и весьма тяжелом $K = 6 \dots 8$.

Расчетное разрывное усилие ветви каната согласно требованиям к устройству и безопасной эксплуатации грузовых стропов общего назначения (РД 10-33—93) составляет:

Обозначение канатной ветви	Расчетное разрывное усилие ветви каната, кН
ВК-0,32	18,8
ВК-0,4	23,5
ВК-0,5	29,4
ВК-0,63	37,0
ВК-0,8	47,0
ВК-1,0	59,0
ВК-1,25	73,8
ВК-1,6	94,2
ВК-2,0	118,0
ВК-2,5	147,0
ВК-4,0	236,0
ВК-6,3	370,0
ВК-8,0	470,0
ВК-10,0	588,0
ВК-12,5	735,0

Обрыв груза может произойти и в случае неправильно выбранного стропа или при использовании поврежденного стропа. Выбор стропов также производится с проверкой на прочность с учетом числа ветвей каната n и угла наклона их к вертикали α . Возникающее в каждой ветви натяжение S , H , определяется так:

$$S = \frac{Q}{n \cos \alpha} = \frac{mQ}{n},$$

где Q — сила тяжести груза, Н; m — коэффициент, учитывающий условия подвеса; при $\alpha = 0^\circ$ $m = 1$, при $\alpha = 30^\circ$ $m = 1,15$, при $\alpha = 45^\circ$ $m = 1,42$.

Коэффициент собственной устойчивости крана определяется как отношение момента, создаваемого силой тяжести всех частей крана с учетом уклона, к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой относительно того же ребра опрокидывания:

$$K_{c.y} = \frac{M_Q}{M_B} \geq 1,15,$$

где M_Q — удерживающий момент; M_B — опрокидывающий момент.

Коэффициент грузовой устойчивости крана определяется как отношение момента, создаваемого силой тяжести всех частей крана, к моменту, создаваемому рабочим грузом:

$$K_{г.у} = \frac{M_{Qx}}{M_{Qr}} \geq 1,4,$$

где M_{Qx} — удерживающий момент, создаваемый силой тяжести крана; M_{Qr} — опрокидывающий момент, создаваемый силой тяжести груза.

Более подробно вопросы достижения устойчивости кранов рассмотрены в [40, с. 239—242] и в другой специальной литературе.

Грузозахватные приспособления и тару до пуска в работу также подвергают осмотру, причем первые, кроме того, в течение 10 мин испытывают нагрузкой, превышающей на 25 % их номинальную грузоподъемность.

Периодический осмотр строп, тары (контейнеров, ковшей) производят через каждые 10 дней, траверс — через 6 дней, клещей и других захватов — ежедневно. Стальные канаты, тросы грузоподъемных механизмов и стропов должны соответствовать стандартам, иметь свидетельство (сертификат) завода-изготовителя об их испытании.

Канаты и тросы, применяемые в качестве грузовых, нельзя сращивать. Устанавливают трос так, чтобы при работе он огибал блоки и барабаны в одном направлении. Изгибы в разные стороны отрицательно влияют на прочность и могут привести к обрыву и аварии. Канаты из растительных волокон используют только для вспомогательных целей. Крюки с блоками грузоподъемных механизмов можно эксплуатировать только при наличии заводского клейма с указанием грузоподъемности и в полной исправ-

ности. При наличии трещин или волосовин крюки немедленно бракуют.

Грузоподъемные механизмы с электрическим приводом оборудуют концевыми выключателями, которые автоматически отключают двигатель при подходе крюка на расстояние не более 200 мм до крайнего верхнего положения. Отсутствие или неисправность концевого выключателя могут вызвать сильное натяжение и обрыв троса с тяжелыми последствиями.

Большое значение для обеспечения безопасности работы подъемно-транспортных машин имеет выполнение основных требований при проведении такелажных работ: при кантовании груза необходимо использовать специальные устройства — рым-болты, проушины; центр тяжести поднимаемого груза должен находиться в середине между захватами стропа; строповочные канаты необходимо располагать на поднимаемом грузе равномерно без узлов и перекруток; строповочный трос следует отделять от острых кромок и ребер груза прокладками (доски, резина и т. д.); сплетения грузовых канатов не допускаются; при проведении такелажных работ должна применяться оперативная сигнализация.

Места проведения погрузочно-разгрузочных работ должны быть оборудованы знаками безопасности по ГОСТ Р 12.4.026—2001.

Не допускается нахождение людей и транспортных средств в зоне возможного падения груза при погрузке, разгрузке или перемещении груза подъемно-транспортным оборудованием.

Транспортные операции должны осуществляться следующим образом:

- изделия массой более 30 кг перемещают с помощью погрузочно-разгрузочных устройств, съемных грузозахватных приспособлений и транспортных средств, не загрязняющих воздух; мелкие детали и вспомогательные материалы транспортируют в ящиках или корзинах;

- транспортировка особо тяжелых и громоздких грузов, габаритные размеры которых больше ширины цеховых проходов (проездов), должна производиться по возможности в нерабочее время с оформлением наряда-допуска.

Расчет опасной зоны грузоподъемного механизма можно выполнить по следующей методике [40].

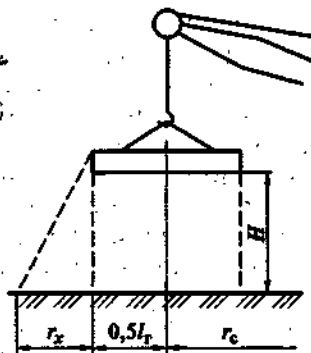
Радиус опасной зоны грузоподъемного механизма R , м, определяется по схеме, представленной на рис. 2.32:

$$R = r_c + 0,5l_T + r_{\Sigma}$$

где r_c — вылет стрелы крана или крюка на стреле крана (измеряется от оси поворота башни), м (при работе с кран-балкой или талью r_c принимается равным 0); l_T — наибольший размер груза по

Рис. 2.32. Схема определения опасной зоны грузоподъемного механизма:

l_r — наибольший размер груза по горизонтали; r_c — вылет стрелы (крюка); r_x — возможное отклонение груза; H — высота подъема груза



горизонтالي, м; r_x — возможное отклонение от проекции груза на горизонтальную плоскость, равное и одинаково вероятное в любую из четырех сторон (кроме случаев резкого ускорения при перемещении груза, когда отклонение увеличивается), м, $r_x = 0,3H$; H — высота подъема груза, максимальная высота подъема груза принимается не более 10 м [12].

Инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин назначается приказом после проверки знания им Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов комиссией с участием инспектора Ростехнадзора.

Периодическая проверка знаний инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин должна проводиться не реже 1 раза в 3 года.

Инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин подчиняется главному инженеру (техническому руководителю) предприятия или его заместителю по технике безопасности. В случае отсутствия у работодателя таких должностных лиц подчиненность инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин определяется работодателем по согласованию с органом Ростехнадзора.

Инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин не должен допускать их работу, если при проверке установил следующее:

- обслуживание грузоподъемной машины ведется неаттестованным крановщиком, машинистом подъемника, стропальщиком;

- не назначены инженерно-технические работники, ответственные за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии, а также лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами;

• истек срок технического освидетельствования грузоподъемной машины или специального обследования машины, отработавшей нормативный срок службы;

• не выполнены выданные работником по надзору или органами Ростехнадзора предписания по обеспечению безопасной эксплуатации грузоподъемных машин;

• на грузоподъемной машине выявлены технические неисправности: трещины или деформации металлоконструкций; ослабление креплений в соединениях металлоконструкций; неисправность приборов и устройств безопасности; неисправность системы управления; недопустимый износ крюков, канатов, блоков, цепей; неисправность механизмов и тормозов; неисправность кранового пути; неисправность заземления или электрооборудования;

• отсутствуют соответствующие массе и виду перемещаемых грузов съемные грузозахватные приспособления и тара или они неисправны;

• работы ведутся без проектов производства работ, технологических карт, нарядов-допусков;

• не выполнены мероприятия по безопасному ведению работ, изложенные в проектах производства работ, технологических картах, нарядах-допусках;

• отсутствуют, утеряны паспорт грузоподъемной машины или сведения о ее регистрации в органах Ростехнадзора;

• работы с применением грузоподъемных машин ведутся с опасными нарушениями инструкций и правил безопасности, что может привести к аварии или травмированию людей.

Для обвязки и зацепки (строповки) грузов при перемещении их с помощью кранов администрацией предприятия назначают стропальщики не моложе 18 лет, обученные по специальной программе, аттестованные квалификационной комиссией и имеющие удостоверение на право производства этих работ. Обучение стропальщиков производится в учебных заведениях и школах технического обучения, располагающих базой для практического обучения и имеющих разрешение органов Ростехнадзора. Аттестация стропальщика проводится квалификационной комиссией предприятия в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Если обязанности стропальщика возлагаются на станочных рабочих, монтажников или рабочих других профессий (за исключением рабочих, которые сами управляют краном и подвешивают грузы на крюк крана, управляемого с пола), они должны быть предварительно обучены и аттестованы в установленном порядке.

Аттестованному стропальщику выдается соответствующее удостоверение об аттестации, подписанное председателем комиссии.

Во время работы стропальщик должен иметь удостоверение при себе и предъявлять его по требованию инспектора Ростехнадзора, лиц, ответственных по надзору и за безопасное производство работ, а также по требованию машиниста крана.

Повторная проверка знаний стропальщиков производится квалификационной комиссией предприятия:

- периодическая — не реже 1 раза в 12 мес;
- при переходе с одного предприятия на другое;
- по требованию лица, ответственного по надзору за кранами на предприятии, или инспектора Ростехнадзора;
- при перерыве в работе по специальности более 6 мес.

Число стропальщиков, обслуживающих один кран, определяется администрацией предприятия. При работе двух и более стропальщиков один из них назначается старшим.

В тех случаях, когда зона обслуживания краном полностью не обзоревадается из кабины машиниста, для передачи сигналов стропальщика машинисту администрацией назначается сигнальщик из числа аттестованных стропальщиков.

Стропальщик в своей работе подчиняется лицу, ответственному за безопасное производство работ кранами. Он должен знать месторасположение рубильника, подающего напряжение, и уметь отключать кран от сети в необходимых случаях.

Рекомендуемые в Пособии стропальщиков по безопасному ведению работ грузоподъемными кранами схемы строповки грузов представлены на рис. 2.33.

При подъеме и перемещении груза стропальщику запрещается находиться на грузе во время подъема или перемещения, а также допускать подъем или перемещение груза, если на нем находятся другие люди; находиться под поднятым грузом или допускать нахождение под ним других людей; оттягивать груз во время его подъема, перемещения и опускания; находиться и допускать пребывание людей на железнодорожной платформе, в кузове автомобиля, в полувагоне при их погрузке или разгрузке; производить погрузку и разгрузку автомобилей, если в них находятся люди.

Если во время подъема или перемещения груза стропальщик заметит неисправность крана или подкранового пути, то он обязан немедленно подать сигнал о прекращении подъема (перемещения) груза и сообщить о неисправности машинисту.

Приборы и устройства, применяемые для обеспечения безопасности эксплуатации подъемно-транспортных машин (концевые выключатели, концевые упоры, ограничители грузоподъемности, буферные устройства, звуковая и световая сигнализация, тормозные устройства, ловители и др.), и их применение описаны в [40, с. 105, 106] и другой литературе по охране труда.

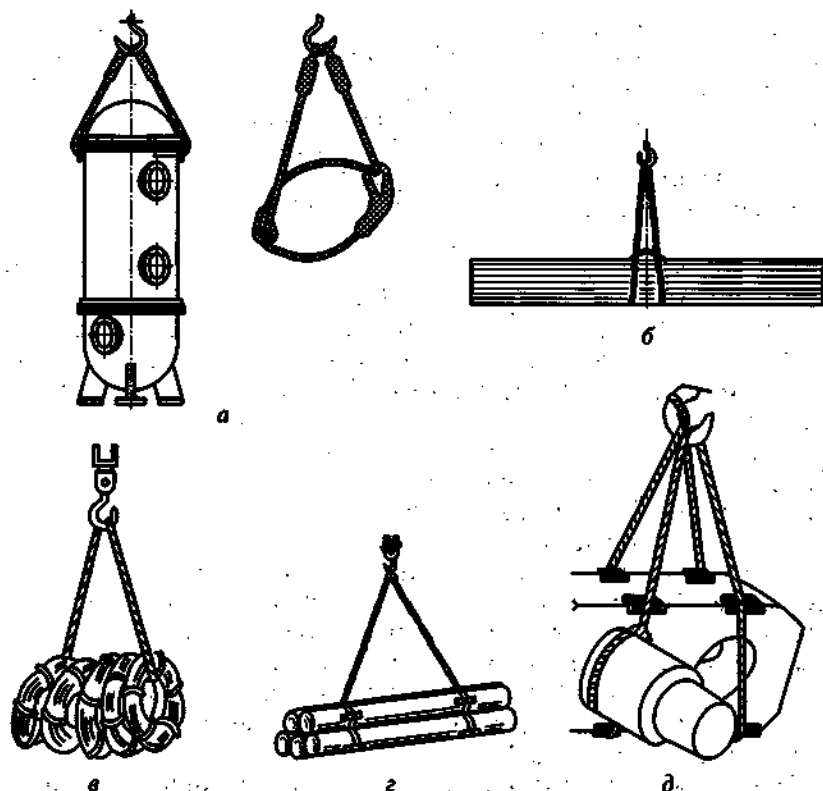


Рис. 2.33. Схемы строповки:

а — строповка аппарата; *б* — строповка трубы; *в* — строповка бухт проволоки;
г — строповка пакета труб; *д* — строповка детали прессы

Устройство и эксплуатация напольных средств транспорта: электрокара, погрузчиков и автокранов — также требуют строгого соблюдения мер безопасности. Все электрокары должны быть снабжены поворотными устройствами и тормозами, автоматически срабатывающими при снятии любой ноги с педали, звуковыми и при работе ночью световыми сигналами. Электрокары следует обшивать по периметру бортовой доской, препятствующей выдвиганию груза за их габарит.

Водитель электрокара должен четко видеть весь фронт своего пути и выполнять передвижения, глядя вперед и стоя спиной к контроллеру. Скорость движения электрокара не должна превышать внутри помещений 6 км/ч, на территории предприятия — 10 км/ч. При езде с прицепной тележкой скорость движения соответственно снижается до 5 и 8 км/ч.

Эксплуатация погрузчиков должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 12.2.011—2003. Эксплуатация автокранов должна соответствовать требованиям, содержащимся в Межотраслевых правилах по охране труда на автомобильном транспорте (ПОТ Р М-027—2003).

Для въезда электропогрузчика в кузов автомобиля (прицепа) и выезда из него целесообразно со стороны автопроезда иметь встроенные выравнивающие мостки длиной 2...3 м. Для обеспечения безопасности погрузки и выгрузки грузов необходимо, чтобы автомобили, прицепы, в том числе отцепленные от автомобилей, были надежно зафиксированы упорными башмаками. К управлению электропогрузчиком допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение и последующую аттестацию на право вождения.

При передвижении электропогрузчика с грузом и без него раму устанавливают в транспортное положение. Скорость при движении по узким и загроможденным местам складов должна быть снижена. Подъезжать «вилами» под тару или груз следует на малой скорости; при этом вилы подводят так, чтобы груз располагался равномерно. Поднимают и опускают грузы при фиксированных колесах.

Запрещены подъем и транспортировка груза, превышающего грузоподъемность машины и допустимые нагрузки на вилы электропогрузчика; также нельзя поднимать, опускать и перевозить людей на вилочном захвате. Нельзя укладывать груз выше защитного устройства, предохраняющего рабочее место водителя от падения на него груза.

Скорость движения транспортных средств по территории и в производственных помещениях должна устанавливаться в зависимости от состояния транспортных путей, интенсивности грузовых и людских потоков, специфики транспортных средств и перемещаемых грузов и обеспечивать безопасность движения. При наличии необходимого обзора и хорошем качестве дорожного покрытия скорость движения транспортных средств не должна превышать по цеху 5 км/ч, на территории — 10 км/ч.

Перевозка людей на электро- и автокарах, грузовых прицепах и не оборудованных для этой цели автомобилях запрещена!

Применяемые на машиностроительных предприятиях в качестве подъемников грузовые, грузопассажирские и пассажирские лифты, как вновь устанавливаемые, так и прошедшие капитальное переустройство, могут вводиться в эксплуатацию лишь после освидетельствования и испытания их инспекторами Ростехнадзора.

До освидетельствования лифт обязательно регистрируется в местной инспекции Ростехнадзора.

Согласно Правилам устройства и безопасной эксплуатации лифтов (ПБ 10-558—03) лифты подвергаются статическим (превышение предельно допустимой рабочей нагрузки в 1,5 раза) и динамическим (груз на 10 % превышает предельную рабочую нагрузку) испытаниям.

Грузовые лифты без проводников оборудуются приборами управления, размещенными на площадке одного из этажей, а связь поста управления с другими этажами осуществляется системой звуковой или световой сигнализации. Проезд людей в грузовых лифтах категорически запрещается.

К обслуживанию лифтов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, производственное обучение, проверку знаний и практических навыков специальной квалификационной комиссией.

2.6. Обеспечение безопасной эксплуатации роботизированного оборудования

Основные причины, формирующие опасные, критические и аварийные ситуации при эксплуатации промышленных роботов (ПР), роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных систем (ГПС), согласно ГОСТ 12.2.072—98* следующие:

- непредусмотренные движения исполнительных устройств ПР при наладке, ремонте, во время обучения и исполнения управляющей программы;
- внезапный отказ в работе ПР или технологического оборудования, совместно с которым он работает;
- ошибочные (непреднамеренные) действия оператора или наладчика во время наладки и ремонта, при работе в автоматическом режиме;
- доступ человека в рабочее пространство ПР, функционирующего в режиме исполнения программы;
- нарушение условий эксплуатации ПР или РТК;
- нарушение требований эргономики и безопасности труда при планировке РТК и участка (размещение технологического оборудования, ПР, пультов управления, загрузочных и разгрузочных устройств, накопителей, тары, транспортных средств и других средств технологического оснащения).

Основным принципом обеспечения безопасности роботизированных производственных процессов или ГПС является исключение или сведение до минимума вероятности (социально-допустимого риска) возникновения опасных ситуаций, формирующих

несчастные случаи и другие нежелательные явления, что возможно лишь при высоком уровне профессиональной подготовки обслуживающего персонала, соблюдении технологической дисциплины, использовании эргономически обоснованных конструкций производственного оборудования, участков, линий, высокой надежности всей техники при работе в конкретно заданных условиях рабочей среды, создании для человека комфортных условий труда.

Другим, не менее важным, принципом обеспечения безопасности роботизированных производств является принцип экономической целесообразности.

Основными формами реализации этого принципа являются переход к безлюдным или принципиально новым, более безопасным технологиям, производственным процессам, предусматривающим полную передачу энергетических, транспортных, технологических, логических функций от человека к исполнительным механизмам, устройствам, машинам и т. п.; разработка и широкое использование автоматизированных, адаптивных систем диагностики, контроля и управления уровнем безопасности роботизированных производственных процессов.

Для защиты человека от механических опасностей при эксплуатации роботизированных производственных систем применяют два основных метода: обеспечение невозможности проникновения человека в рабочую зону при наличии источников опасности, представляющих реальную угрозу для его жизни или здоровья; применение специальных приспособлений и устройств, непосредственно защищающих человека от любой опасности, представляющей реальную угрозу для его жизни или здоровья.

Первый метод состоит в разработке, выборе и применении ограждающих, блокирующих, предупреждающих, сигнализирующих устройств или систем, обеспечивающих недоступность человека к опасному промышленному объекту, узлу, участку и т. п.

Второй метод основан на принципе безопасного взаимодействия человека с ПР, роботизированными системами или отдельными их частями при наличии источников опасности с помощью систем дистанционного управления или устройств, автоматически отключающих источники энергии или останавливающих движение исполнительных механизмов и других элементов ПР или систем при появлении человека в границах рабочей зоны.

К наиболее распространенным средствам защиты персонала ПР, РТК, ГПС относятся механические ограждения (решетки, панели, барьеры и т. п.) с блокирующими устройствами, исключающими возможность проникновения человека в опасную зону при работе робота. Использование вместо механических ограждений рабочей зоны светолокационных, емкостных, ультразвуко-

вых устройств уменьшает риск опасности, хотя не обеспечивает полной защиты человека.

Различные виды светозащитных устройств, других блокирующих и выключающих устройств, устройств адаптивного управления, обеспечивающих при необходимости мгновенную остановку, контролируемое торможение и приведение движущихся частей ПР или системы в состояние покоя, подробно рассмотрены в [40].

Планировка участков и линий ПР, РТК должна обеспечивать свободный, удобный и безопасный доступ обслуживающего персонала к ПР, основному и вспомогательному технологическому оборудованию, к органам управления и аварийного отключения всех видов оборудования и механизмов, входящих в их состав. Например, требованиям обеспечения свободного доступа к оборудованию и его осмотра в большей степени соответствуют подвесные передвижные ПР, рабочие зоны которых не совмещены с рабочими зонами операторов.

Планировка зоны РТК должна выбираться в зависимости от типа используемого технологического оборудования, его компоновки, формы, размеров и расположения рабочих зон, уровня автоматизации оборудования, надежности его работы и степени информационного обеспечения, а также от компоновки и структурно-кинематической схемы ПР с учетом действующих норм технологического проектирования соответствующего производства.

При организации РТК, участков, линий необходимо предусматривать максимальную механизацию и комплексную автоматизацию основных и вспомогательных технологических операций и видов работ, связанных с воздействием на работающих опасных и вредных факторов, оставляя за операторами функции управления и контроля. Роботизированные технологические комплексы должны быть оснащены блокирующими устройствами, обеспечивающими выключение комплекса или отдельных его частей при нарушении производственного процесса, отказе оборудования или выходе параметров энергоносителей за допустимые пределы.

При манипулировании и перемещении заготовок, готовых изделий над проходами, проездами и рабочими местами под зоной движения исполнительных устройств ПР устанавливают защитные сетки и другие устройства, исключающие травмирование персонала при случайном падении предметов манипулирования.

Пульт управления РТК согласно ГОСТ 22269—76, как правило, размещается за пределами зоны ограждения, оператору должен быть обеспечен хороший обзор за работой ПР, технологического оборудования, входящего в состав комплекса, и окружающего его пространства.

Освещенность пультов управления РТК должна составлять по ГОСТ 12.2.072—98* не менее 400 лк. Освещенность в рабочей зоне устанавливается согласно СНиП 23-05—95* и отраслевым нормам соответствующих производств.

Шумовые и вибрационные характеристики РТК должны соответствовать ГОСТ 12.1.003—83*, ГОСТ 12.1.012—2004, СН 2.2.4/2.1.8.562—96, СН 2.2.4/2.1.8.566—96.

Состояние воздушной среды в рабочих зонах производственных помещений, в которых установлены РТК, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005—88* при условии постоянного нахождения операторов в этих зонах. Оборудование и механизмы РТК, образующие в процессе производства вредные газы, аэрозоли, излучения, требующие использования технологических жидкостей с вредным эффектом или работающие с лакокрасочными материалами, должны оснащаться устройствами и механизмами, обеспечивающими нормализацию воздушной среды производственных помещений. Так, агрегаты, машины, механизмы и другие устройства, которые в процессе производства образуют пыль, мелкую стружку, выделяют вредные жидкости, газы и т. п., оснащаются пылеприемниками, газоулавливающими и другими устройствами для отсоса из зоны обработки загрязненного воздуха и его очистки.

Органы управления и средства отображения информации должны быть размещены на пульте управления РТК, участков, линий. Роботизированные технологические комплексы или участки с несколькими пультами управления должны быть оснащены блокировками, исключающими возможность параллельного управления одним и тем же оборудованием от различных пультов. В рабочих зонах РТК по трассам возможных (вынужденных) перемещений обслуживающего персонала устанавливают дублирующие органы управления и аварийные блокировки. Органы аварийного останова должны располагаться в легкодоступном месте. Если для этих целей используется кнопка, то она должна быть снабжена выступающим «грибовидным» толкателем увеличенного размера, окрашена в красный цвет, иметь указатель нахождения и надпись о назначении. Кнопки аварийных блокировок в пределах рабочей зоны оператора располагают на расстоянии не более 4 м одна от другой.

Переключатели режимов работы и регуляторы скорости ПР должны быть снабжены фиксаторами, исключающими самопроизвольное их перемещение. Доступ к ним должен предусматривать применение специального инструмента (рукояток, ключей и т. п.). На переключатели режимов работы и регуляторы скорости наносят четкие надписи или символы по ГОСТ 12.4.040—78*.

При выборе средств отображения информации, требующей от оператора немедленного реагирования, предпочтение отдают зву-

ковым сигналам, когда шум на участке соответствует ГОСТ 12.1.003—83*. Уровень звукового давления сигнала принимают в пределах 90... 100 дБ при частоте 125... 500 Гц. В помещениях с повышенным уровнем шума целесообразнее использовать для сигнализации яркий мигающий свет, цвет которого выбирают по ГОСТ Р 12.4.026—2001. Сигнально-предупредительная окраска и знаки безопасности РТК выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026—2001, ГОСТ 12.2.072—98*.

Оснащение РТК, участков, линий унифицированными комплектами средств для диагностирования состояния оборудования в процессе эксплуатации и оценки состояния внешней среды с выводом оперативной информации на дисплей пультов управления позволяет значительно повысить уровень безопасности обслуживающего персонала, производственных процессов и безаварийности работы оборудования в составе РТК.

Требования безопасности к предохранительным, блокирующим и защитным устройствам и к эксплуатации ПР, РТК подробно рассмотрены в [37].

2.7. Меры обеспечения безопасной эксплуатации сосудов, баллонов и устройств, находящихся под давлением

Практически на любом промышленном предприятии при выполнении как основных, так и ремонтных и других производственных операций применяются представляющие большую опасность для персонала *сосуды и устройства, находящиеся под давлением*. К сосудам, работающим под давлением, относятся герметически закрытые емкости, предназначенные либо для хранения и транспортировки веществ, которые представляют собой опасность для окружающих, либо для наполнения их веществами, использование которых возможно лишь при выпуске через калиброванные отверстия. К такого рода емкостям следует отнести и энергопроводящие установки, от которых получают пар или воздух под высоким давлением.

Такие сосуды и устройства взрывоопасны.

В промышленности применяются следующие сосуды и устройства, работающие под давлением: баллоны, цистерны и бочки, наполненные сжиженными газами; компрессоры и воздухохранилища для них; паровые и водогрейные котлы.

При пользовании *баллонами* должны соблюдаться правила перевозки, хранения и их установки в рабочее состояние; уровни наполнения и выработки, опознавательная окраска, предусмот-

ренные Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576—03).

Опасность пользования баллонами заключается в возможности взрыва большой разрушительной силы и утечки газа.

Баллоны, наполненные кислородом, могут взорваться при падении жировых веществ и масел во входные отверстия в результате воспламенения этих веществ при выходе кислорода из баллона. Взрыв возможен и вследствие воспламенения имеющихся в баллоне частиц окалины от удара продуктов окисления о стенки или вследствие образования статического электричества при быстром открывании вентиля.

Ацетилен в обычных баллонах взрывается при сжатии свыше 0,1 МПа. Для хранения и перевозки применяют специальные стальные баллоны, заполненные пористой массой, пропитанной ацетиленом. Опасно нагревание ацетиленовых баллонов внешними источниками теплоты, так как в них при этом происходит полимеризация ацетилена, сопровождаемая значительным выделением теплоты и повышением давления, которое может привести к взрывному распаду ацетилена и последующему взрыву.

В зависимости от вместимости различают:

- баллоны малого литража (вместимость до 12 л включительно);
- баллоны большого литража (вместимость свыше 12 л).

При эксплуатации баллонов наибольшее количество аварий происходит вследствие недостаточного инструктажа работников и невыполнения ими правил эксплуатации. Основные правила эксплуатации баллонов перечислены следующие.

Баллоны можно получать со склада только по нарядам-требованиям за подписью ответственного за работу лица. Наполненные газом баллоны не отпускаются, если имеются явно выраженные пороки (вмятины, неисправности вентиля и др.), отсутствуют необходимый колпак, накрученный на горловину баллона, и заглушка на боковом штуцере, окраска баллона и надпись на нем не соответствуют ГОСТ Р 12.4.026—2001.

Баллоны, доставленные к месту производства работ, должны быть осторожно сняты с транспортных средств, вертикально установлены и надежно прикреплены к стойке металлическим хомутом или цепью для предохранения от падения, а также защищены от ударов и падения на них каких-либо предметов с высоты. Установленные баллоны должны быть предохранены от действия солнечных лучей, открытого огня и теплоизлучающих поверхностей.

Баллоны, наполненные газом, должны находиться на расстоянии от печей и прочих источников теплоты с открытым огнем не ближе 10 м, от радиаторов отопления и других нагревательных

приборов — не ближе 1 м, от защитного экрана, предохраняющего баллоны от местного нагрева, — не ближе 100 мм.

Помещения, где проводятся работы с применением баллонов, заполненных взрывоопасными газами, должны непрерывно вентилироваться. Вся арматура кислородных баллонов должна устанавливаться только на обезжиренной прокладке (фольга, глет).

Перед работой с кислородными баллонами необходимо тщательно мыть руки. Лица, работающие с баллонами, наполненными газами, при закрывании или открывании вентиля должны стоять сбоку от баллона.

При работе с баллонами газ не должен использоваться до конца. В баллоне со сжатым газом должно оставаться остаточное давление не менее 0,5 Па.

Места установки и крепления баллонов до пуска их в работу должны быть осмотрены и проверены ответственным за работу лицом.

Баллоны, наполненные газом, при отправке на склад должны иметь надпись (можно мелом) «Полный»; баллоны, газ которых использован, — надпись «Пустой» (или «Использованный»).

Все баллоны после их использования должны отправляться на склад с накрученными на горловину колпаками.

О всех случаях аварий и взрывов баллонов следует немедленно сообщать местной инспекции Ростехнадзора.

Все баллоны, предназначенные для наполнения сжатыми, сжиженными и растворенными газами, должны освидетельствоваться инспекцией Ростехнадзора (осмотр наружной и внутренней поверхности баллона; проверка массы и вместимости баллона; гидравлические испытания).

Для *цистерн и бочек* также регламентируются условия наполнения и опознавательная окраска. В целях предупреждения нагрева содержимого цистерны выше допустимой температуры применяют или термоизоляционный кожух с предохранительной разрывной мембраной, или теневой козырек над верхней частью цистерны.

Компрессоры и воздухохраники могут взрываться вследствие перегрева поршневой группы; применения легкоплавких масел, способных разлагаться при невысоких температурах; накопления статического электричества на корпусе компрессора или воздухохраника; превышения давления в воздухохранике в случае неисправности предохранителя.

Согласно ГОСТ 12.2.016—81* и Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов (ПБ 03-581—03) предусматривается применение в двигательной установке только специальных тугоплавких компрессорных масел и водяного охлаждения, а так-

же недопустимость засасывания загрязненного воздуха и обязательное заземление агрегата.

Помещение для установки компрессоров должно обеспечивать безопасность работы персонала, обслуживающего и ремонтирующего компрессоры: полы должны быть ровными, из негорючего материала, не подвергающегося быстрому износу, маслоустойчивыми и нескользкими; все каналы и проемы должны закрываться заподлицо с полом специальными плитами или металлическими рифлеными листами; высота помещения должна быть не менее 4 м; двери и окна должны открываться только наружу, проходы в машинном зале должны быть шириной не менее 1,5 м; расстояние между оборудованием и стенами зданий не менее 1 м.

Компрессоры подачи более $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ и их двигатели должны устанавливаться в отдельно расположенных от производства одноэтажных негорючих зданиях без чердачных перекрытий и с огнестойкими труднотгораемыми перегородками.

Помещение компрессорной станции должно быть оборудовано естественной и принудительной вентиляцией.

Для предупреждения возможных случаев взрывов и аварий компрессорных установок предусматриваются следующие мероприятия: охлаждение компрессорной установки — водяное охлаждение цилиндра (водяные рубашки) и сжатый воздух; установка контрольно-измерительной и регулирующей аппаратуры и приборов; ликвидация искрообразования от электрических разрядов; забор воздуха только в зоне, защищенной от действия солнечной радиации с незагазованной и незапыленной стороны на высоте не менее 2...3 м от уровня земли; применение фильтров для очистки воздуха от пыли, водоотделителей; смазывание компрессоров только специальным компрессорным маслом.

К самостоятельному обслуживанию компрессорных установок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное теоретическое и практическое обучение.

Требования безопасности к устройству, изготовлению и эксплуатации котлов регламентируются Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (ПБ 10-574—03), Правилами безопасности для объектов, использующих сниженные углеводородные газы (ПБ 12-609—03), другими нормативными актами. Регламентируются устройство котельных, порядок обслуживания котлов, содержание котлов и контрольно-измерительных приборов, порядок технического освидетельствования котлов.

При эксплуатации паровых и водогрейных котлов могут возникнуть ситуации, представляющие опасность для обслуживающего персонала. Наибольшую опасность представляет взрыв. По

статистическим данным, основные технические причины взрывов следующие: утечка воды из котла; повышение рабочего давления; неудовлетворительный водный режим котла и образование накипи; наличие взрывоопасных топочных газов; дефектность конструктивных элементов.

Взрыв парового котла происходит вследствие нарушения целостности его стенок, при которых происходит мгновенное понижение внутреннего давления до атмосферного. Аварии паровых котлов зачастую происходят из-за выпуска воды. При недостатке воды в котле могут произойти перегрев стенок, размягчение металла и образование выпучин, которые приводят к разрыву стенок котла.

Попадание воды на перегретые стенки котла способствует закалке металла, при этом вода мгновенно испаряется, превращаясь в пар и увеличиваясь в объеме примерно в 1700 раз, что приводит к разрушению стенки котла и взрыву. Таким образом, опасен не пар, находящийся в паровом пространстве котла, а готовая в любое мгновение испариться нагретая вода, обладающая громадным запасом энергии. Как показывает статистика, такие аварии чаще всего возникают при эксплуатации паровых котлов низкого давления до 0,07 МПа (например, котел КВ-300М и др.) из-за пренебрежения правилами техники безопасности и недооценки реальной опасности этих нарушений.

Образование и скопление накипи на отдельных элементах котла в результате нерегулярной его чистки также могут стать причиной аварии. Под слоем накипи стенки внутри котла не охлаждаются, а перегреваются вследствие ухудшения условий теплопередачи от газов к воде. По этой причине может образоваться выпучина. Аналогичным образом при попадании воды на раскаленную поверхность мгновенно образуется пар, резко повышается давление и происходит взрыв.

Неудовлетворительные подготовка воды и водный режим представляют следующие опасности для котла: образование накипи; межкристаллическая коррозия (так называемая каустическая хрупкость); электрохимическая коррозия с образованием оксидов железа. Для устранения этих вероятных причин аварий котлов в зависимости от их паропроизводительности, качества воды, используемой для питания котлов, принимают соответствующие методы водоподготовки. Все котлы паропроизводительностью более 0,7 т/ч оборудуют установками для докотловой обработки воды. У котлов паропроизводительностью менее 0,7 т/ч период между чистками должен быть таким, чтобы толщина накипи на наиболее теплонапряженных участках поверхности нагрева котла к моменту его остановки на очистку не превышала 0,5 мм.

Паровые и водогрейные котлы устанавливают в специальных помещениях — котельных. При площади пола котельной более 200 м² предусматривают не менее двух выходов. Если выходы прилегают к производственному корпусу, то помещения отделяют глухой стеной. Кровля котельной должна быть легко сбрасываемой на случай возникновения взрыва.

К обслуживанию котлов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные по соответствующей программе и имеющие удостоверение квалификационной комиссии предприятия, проводившего обучение. Повторная проверка знаний у этих лиц проводится не реже 1 раза в 12 мес, а также при переводе их с одного предприятия на другое или перед допуском к обслуживанию котлов других типов.

2.8. Средства обеспечения взрывопожаробезопасности промышленного объекта

Промышленные предприятия часто характеризуются повышенной взрывопожароопасностью, это обусловлено сложностью производственных установок, значительным количеством легко воспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) и горючей жидкости (ГЖ), сжиженных горючих газов, твердых горючих материалов, большим количеством емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, разветвленной сетью трубопроводов с регулировочной аппаратурой, большой оснащенностью электроустановками.

Согласно стандартному определению *пожар* — это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Горение — это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества теплоты и свечением. Для возникновения горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя (обычно кислород воздуха) и источника зажигания. Кроме того, необходимо, чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел бы определенную энергию. Окислителями являются также хлор, фтор, оксиды азота и другие вещества.

Вещества, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания, называются *горючими* в отличие от веществ, которые на воздухе не горят и называются *негорючими*. Промежуточное положение занимают *трудногорючие* вещества,

которые возгораются при действии источника зажигания, но прекращают горение после удаления последнего.

Различают несколько видов горения. *Вспышка* — быстрое сгорание горючей смеси без образования повышенного давления газов. *Возгорание* — возникновение горения от источника зажигания. *Воспламенение* — возгорание, сопровождающееся появлением пламени. *Самовозгорание* — горение, возникающее при отсутствии внешнего источника зажигания. *Самовоспламенение* — самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени. *Взрыв* — чрезвычайно быстрое горение, при котором происходит выделение энергии и образование сжатых газов, способных производить механические разрушения.

Температурой вспышки называется самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные давать вспышку в воздухе от источника зажигания, но скорость образования паров и газов недостаточна для устойчивого горения. По температуре вспышки горючие вещества подразделяются на два класса: ЛВЖ и ГЖ. К классу ЛВЖ относятся жидкости с температурой вспышки, не превышающей 61°C (66°C в открытом тигле); это бензин, этиловый спирт, ацетон, нитроэмали и др. Жидкости, имеющие температуру вспышки выше 61°C (66°C в открытом тигле), относятся к классу ГЖ (масла, мазут, формалин и др.).

Температура воспламенения — это наименьшая температура горючего вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при поднесении источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температурой самовоспламенения называют самую низкую температуру вещества, при которой оно загорается в процессе нагревания без непосредственного контакта с огнем. *Самовоспламенение* возможно только при определенных соотношениях горючего вещества и окислителей.

Существуют понятия нижнего и верхнего концентрационных пределов воспламенения; интервал между ними называется диапазоном или областью воспламенения. Различают также температурные пределы воспламенения.

Процессы самовозгорания в зависимости от внутреннего импульса подразделяют на химические, микробиологические и тепловые. Химическое самовозгорание возникает от воздействия на вещество кислорода, воздуха, воды или от взаимодействия веществ (самовозгорание промасленных тряпок, спецодежды, ваты и даже металлических стружек). Микробиологическое самовозгорание происходит при соответствующих влажности и температуре в растительных продуктах (вследствие заражения грибом). Тепловое самовозгорание происходит в результате продолжитель-

ного действия незначительного источника теплоты, при этом вещества разлагаются, адсорбируются и в результате действия окислительных процессов самонагреваются (например, опилки, паркет при температуре 100 °С).

Принято различать два понятия, связанных с процессом горения: *пожар* и *загорание*. Под пожаром понимается неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение, не приносящее материального ущерба, называют загоранием.

Согласно ГОСТ 12.1.004—91* *пожарная безопасность* — это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара (ОФП) и обеспечивается защита материальных ценностей. С учетом этого определения разрабатывают профилактические мероприятия и систему пожарной защиты. Нормативная вероятность возникновения пожара принимается равной не более 10^{-6} в год на отдельный пожароопасный элемент рассматриваемого объекта. Такая же вероятность воздействия ОФП в расчете на отдельного человека (риск) принимается при разработке системы пожарной защиты.

Опасными факторами пожара являются повышенная температура воздуха и предметов, открытый огонь и искры, токсичные продукты горения и дым, пониженная концентрация кислорода, взрывы, повреждение и разрушение зданий и сооружений.

Пожарная и взрывная опасность веществ и материалов — близкие характеристики, поясняемые в основном одними и теми же показателями. Различие между этими характеристиками заключается в скорости распространения пламени, которая для взрывных процессов существенно выше, чем при пожаре. Знание скорости распространения пламени необходимо для оценки возможной взрывной нагрузки на взрывоопасные здания и сооружения, а также для расчета и проектирования предохранительных (легкосбрасываемых) конструкций, предназначенных для сброса избыточного давления.

Взрывопожароопасность веществ и материалов определяется показателями (свойствами), характеризующими предельные условия возникновения процесса горения.

Если горючее вещество является газом, то основными показателями являются следующие:

- концентрационные пределы (КП) распространения пламени или пределы воспламенения;
- скорость распространения пламени;
- минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК);
- температура самовоспламенения;
- давление взрыва и скорость его нарастания;

- минимальная энергия зажигания (МЭЗ).

Кроме перечисленных применяют такие показатели, как нижний концентрационный предел (НКП) распространения пламени и верхний концентрационный предел (ВКП) распространения пламени.

При оценке пожароопасности жидкостей перечисленные показатели дополняются следующими:

- температура вспышки $t_{\text{всп}}$;
- температура воспламенения $t_{\text{в}}$;
- температурные пределы (ТП) распространения пламени — нижний (НТП) и верхний (ВТП) — температуры жидкости, при которых давление насыщенных паров создает над жидкостью концентрации, соответствующие концентрационным пределам распространения пламени.

Пожарная опасность твердых веществ и материалов характеризуется их склонностью к возгоранию и самовозгоранию.

Одной из основных характеристик пожароопасности веществ и материалов является их *горючесть* — способность самостоятельно распространять горение (пламя).

Негорючие материалы под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относятся кирпич, глина, асбест, бетон, керамические изделия и др.

Трудногорючие материалы под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника огня, а после его удаления горение и тление прекращаются. К ним относятся материалы, состоящие из горючих и негорючих компонентов: гипсовая сухая штукатурка, фибролит, линолеум и др.

Горючие материалы под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют после удаления источника огня. К ним относятся материалы органического происхождения (дерево, войлок), большинство изоляционных материалов.

Горючесть газов характеризуется наличием КП, горючесть жидкости — температурой вспышки $t_{\text{всп}}$. Горючесть твердых материалов определяется в условиях специальных испытаний путем распространения пламени по образцу испытуемого материала определенных размеров и при зажигании определенным источником зажигания.

Взрывоопасность аэрозолей характеризуется следующими параметрами: НКП, МВСК, dp/dt — скоростью нарастания давления, t_c — температурой самовоспламенения, p_{max} — максимальным давлением взрыва.

Оценка и классификация взрывопожароопасности помещений и зданий основаны на определении возможных разрушитель-

ных последствий пожаров и взрывов в этих объектах, а также ОФП. Существует два метода оценки взрывопожароопасности объектов: *детерминированный* и *вероятностный*. Детерминированный характер носят следующие нормативные документы: ОНТП и ПУЭ. Вероятностный метод основан на концепции допустимого риска и предусматривает недопущение воздействия на людей ОФП с вероятностью, превышающей нормативную. Нормативным документом, основанным на вероятностном подходе, является ГОСТ 12.1.004—91*.

В ОНТП представлены методика и порядок определения *категорий* помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности. В зависимости от категории назначаются нормативные требования по планировке и застройке, этажности, выбору строительных конструкций и строительного оборудования. Категории помещений установлены в зависимости от агрегатного состояния горючих веществ и температуры вспышки в случае возможного пролива ЛВЖ и ГЖ. Перечень категорий помещений по взрывопожароопасности приведен в табл. 2.4.

Количественным показателем категорирования помещений является максимально возможное избыточное давление Δp , раз-

Таблица 2.4

Категории помещений по взрывопожароопасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопасное)	Горючие газы, ЛВЖ с температурой вспышки не выше 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные паровоздушные 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 и друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопасное)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки выше 28 °С, ГЖ в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыли или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1—В4 (пожаро-опасное)	ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся в наличии или обращаются, не относятся к категории А или В
Г (пожаро-опасное)	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются и утилизируются в качестве топлива
Д (пожаро-опасное)	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Примечание. ЛВЖ — легковоспламеняющиеся жидкости; ГЖ — горючие жидкости.

виваемое при сгорании взрывоопасной среды помещения, методика расчета которого приведена в [28, 40].

После установления категории помещений устанавливают категорию зданий, в которых находятся эти помещения. Здание относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

К категории Б относится здание, если суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % площади всех помещений или 200 м² (но при этом площадь помещения категории А меньше 5 % или 200 м²). Если помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения, то для зданий категории А или Б площадь помещений соответствующих категорий должна превышать 25 % всей площади помещений или 1 000, 3 500 м² (здания категории В) и 5 000 м² (здания категории Г).

Правила устройства электроустановок регламентируют устройство электрооборудования в производственных помещениях и в наружных технологических установках на основе классификации взрывоопасных зон и смесей. Взрывоопасность зон характеризуется возможностью выделения горючих газов, ЛВЖ или горючих пылей с НКП ≤ 65 г/м³.

К зоне класса В-Г относятся помещения, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси в объеме более 5 % объема помещения (при нормальных условиях работы).

В зону класса В-Ia входят помещения, в которых взрывоопасные смеси в объеме более 5 % объема помещения образуются лишь при авариях и неисправностях.

К зоне класса В-Iб относятся помещения, в которых имеются горючие газы и пары с НКП ≥ 15 об. %, а также обладающие резким запахом; возможно образование лишь локальных взрывоопасных смесей в объеме менее 5 % объема помещения.

В зону класса В-Iг входят наружные установки, содержащие горючие газы и ЛВЖ.

К зоне класса В-II относятся помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные пылевоздушные смеси при нормальном режиме работы, а к зоне В-IIа — только при авариях и неисправностях.

К пожароопасным зонам относятся следующие помещения и наружные установки: зона П-I — помещения с ГЖ; зона П-II — горючие пыли с НКП > 65 г/м³; зона П-IIа — твердые горючие материалы, не образующие взрывоопасных смесей; зона П-III — наружные установки с ГЖ или твердыми горючими материалами.

Как уже говорилось, ГОСТ 12.1.004—91 предусматривает определение вероятности $q_{\text{ОФП}}$ воздействия на людей ОФП и сравнение ее с нормативной вероятностью воздействия $Q_{\text{ОФП}}^{\text{н}}$ (принимается равной 10^{-6} в год):

$$q_{\text{ОФП}} \leq Q_{\text{ОФП}}^{\text{н}}.$$

Методика определения $q_{\text{ОФП}}$ изложена в [28].

Достижение требуемой вероятности воздействия на персонал ОФП начинается с правильного проектирования или выбора производственного здания. Здание считается правильно спроектированным только в том случае, если наряду с решением функциональных, прочностных, санитарных и других технических и экономических задач обеспечены условия пожарной безопасности.

Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленного предприятия включает в себя решение следующих вопросов:

- повышение огнестойкости зданий и сооружений;
- зонирование территории;
- применение противопожарных разрывов;
- применение противопожарных преград;
- обеспечение безопасной эвакуации людей на случай возникновения пожара;
- обеспечение удаления из помещения газов и дыма при пожаре.

Огнестойкость строительных конструкций характеризуется пределом огнестойкости.

Предел огнестойкости определяется временем (в часах) от начала пожара до возникновения одного из следующих признаков: образование в конструкции сквозных трещин; повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более чем на 140°C , или в любой точке более чем на 180°C по сравнению с температурой конструкции до пожара, или более чем на 220°C независимо от температуры конструкции до пожара; потеря конструкций несущей способности (обрушение).

Предел огнестойкости отдельных конструкций зависит от их размеров (толщины или сечения) и физических свойств материалов. Например, каменная стена толщиной 120 мм имеет предел огнестойкости 2,5 ч, а при толщине 250 мм предел огнестойкости повышается до 5,5 ч.

Железобетонные конструкции довольно хорошо сопротивляются воздействию пожара, но длительно противостоять ему не могут. Железобетонные конструкции выполняют, как правило, тонкостенными, без монолитной связи с другими элементами здания. Это ограничивает их способность противостоять воздействию огня в течение времени более 1 ч. Предел огнестойкости железобетонного элемента также зависит от размеров его сечения, толщины защитного слоя, диаметра арматуры, нагрузки на конструкцию и других.

Стальные конструкции в условиях пожара под действием высокой температуры обрушиваются быстрее железобетонных. Испытания на огнестойкость показали, что большинство стальных конструкций деформируются и теряют устойчивость и несущую способность через 15 мин воздействия интенсивного огня. Поэтому в тех случаях, когда в здании возможен пожар продолжительностью 15 мин и требуется сохранить стальные конструкции, необходима их защита от огня.

Металлические конструкции защищают от воздействия огня облицовкой негорючими строительными материалами (легкий бетон, обыкновенный кирпич и др.), оштукатуриванием, нанесением специальных обмазок и красок. Например, слой штукатурки толщиной 25 мм, нанесенной по металлической сетке, повышает предел огнестойкости стальной конструкции до 1 ч, а толщиной 50 мм — до 2 ч.

Деревянные конструкции защищают от огня пропиткой древесины водными растворами огнезащитных составов, известково-алебастровой или известково-цементной штукатуркой (обеспечивает защиту от возгорания в течение 15... 30 мин), облицовкой негорючими материалами (гипсоволокнистые плиты, асбестоцементные листы).

Широкое распространение находят конструкции с использованием полимеров (различные стеклопласты, органическое стек-

ло, винипласт и др.), которые имеют высокую прочность при малой массе, водостойкость, стойкость к коррозии и т.д. Однако большинство пластмасс воспламеняются при более низких температурах, чем древесина, и при горении выделяют токсичные продукты. Поэтому, учитывая низкий предел огнестойкости этих конструкций, их небольшую жесткость и повышенную ползучесть во время пожара, они рекомендованы только для зданий IV и V степеней огнестойкости.

Степень огнестойкости зданий и сооружений характеризуется группой возгораемости и пределом огнестойкости строительных конструкций. Все здания и сооружения согласно СНиП 2.01.02—85* подразделяются на пять степеней по мере снижения огнестойкости (I, II, III, IV, V).

Зонирование территории заключается в группировании при генеральной планировке предприятий в отдельные комплексы объектов, родственных по функциональному назначению и признаку пожарной опасности. При этом сооружения с повышенной пожарной опасностью располагаются с подветренной стороны. Внутризаводские ворота должны обеспечивать беспрепятственный удобный проезд пожарных автомобилей к любому зданию, а также выбор мест расположения пожарных депо. Одна из сторон предприятия должна примыкать к дороге общего пользования или сообщаться с ней проездами.

Для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое между ними предусматривают *противопожарные разрывы*. При определении размеров противопожарных разрывов учитывают степень огнестойкости зданий. Регулируемые нормами величины противопожарных разрывов между производственными и вспомогательными зданиями, сооружениями и закрытыми складами приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Противопожарные разрывы, м, между производственными и вспомогательными зданиями

Степень огнестойкости одного здания или сооружения	Противопожарные разрывы, м, при степени огнестойкости другого здания или сооружения		
	I и II	III	IV и V
I	2	3	4
I, II	9	9	12
III	9	12	15
IV, V	12	15	18

К *противопожарным преградам* относятся стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбур-шлюзы и окна. Противопожарные стены бывают внутренними, наружными, крышевыми и свободно стоящими. Внутренние стены делят здания на части, наружные совпадают с ограждающими стенами здания, ограничивая распространение пожара на смежные здания. Крышечные противопожарные стены разделяют крышечные стораемые конструкции на отсеки. Свободно стоящие противопожарные стены выполняют роль экранов противодействия лучевой энергии, когда разрывы между зданиями недостаточны. В промышленных зданиях противопожарные стены применяются для отделения от производственных административно-бытовых и складских помещений, а также для разделения на секции больших производственных и складских помещений или площадей с различной пожарной опасностью.

Противопожарные стены должны быть выполнены из негорючих материалов, иметь предел огнестойкости не менее 2,5 ч и опираться на фундаменты. Противопожарные стены рассчитывают на устойчивость с учетом возможности одностороннего обрушения перекрытий и других конструкций при пожаре.

Противопожарные двери, окна и ворота в противопожарных стенах должны иметь предел огнестойкости не менее 1,2 ч, а противопожарные перекрытия — не менее 1 ч. Такие перекрытия не должны иметь проемов и отверстий, через которые могут проникать продукты горения при пожаре.

При проектировании зданий должна быть предусмотрена *безопасная эвакуация людей* на случай возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть любое здание в течение нормированного минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места нахождения до выхода из здания наружу.

Количество эвакуационных выходов из производственного здания или сооружения должно быть, как правило, не менее двух. Эвакуационные выходы располагают рассредоточенно. Минимальное расстояние l , м, между наиболее удаленными эвакуационными выходами из помещения

$$l \leq 1,5P,$$

где P — периметр помещения, м.

Все пути эвакуации (проходы, коридоры, лестницы и т. п.) должны иметь по возможности ровные вертикальные ограждающие конструкции без выступов; все виды путей эвакуации должны иметь обычное и аварийное освещение. Минимальная ширина коридора или прохода определяется расчетом, но должна быть не менее 1 м.

Расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения и расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода не должны превышать нормированных значений, приведенных в табл. 2.6 и 2.7.

Минимальная ширина лестничных маршей определяется расчетом, но не должна быть менее установленной по условиям одиночного перемещения людей (2,4 м).

Суммарная ширина эвакуационного выхода из производственного здания принимается в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход (табл. 2.8 [28]); в любом случае она должна быть не менее 0,8 м.

В специальной литературе регламентируются и другие условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

Необходимое время эвакуации людей регламентируется СНиП 21-01—97*. Для помещений разных категорий взрывопожароопасности эта величина приведена в табл. 2.9.

Удаление газов и дыма из горящих помещений производится через оконные проемы, а также аэрационные фонари и с помощью специальных дымовых люков, легкобрасываемых конструкций. Дымовые люки устанавливают в подвальных помещениях, в перекрытиях складских и бесфонарных производственных зданий. Площадь сечения дымовых люков определяется расчетом.

Легкобрасываемые конструкции используют для удаления продуктов горения при взрыве в целях снижения давления до зна-

Таблица 2.6

Нормы расстояний по коридору от двери наиболее удаленного помещения (площадью не более 1 000 м²) до ближайшего эвакуационного выхода

Расположение выхода (двери) из помещения	Категории взрывопожароопасности помещений	Степени огнестойкости зданий	Норма расстояния по коридору, м, до выхода при плотности людского потока, чел./м			
			до 2	2—3	3—4	4—5
Между двумя выходами наружу или лестничными клетками	А, Б В	I, II, IIIА	60	50	40	35
		I, II, III, IIIА	120	95	80	65
		IIIБ, IV	85	65	55	45
	Г, Д	V	60	50	40	35
		I, II, III, IIIА	180	140	120	100
		IIIБ, IV	125	100	85	70
В тупиковом коридоре	Независимо от категории	I, II, III, IIIА	30	25	20	15
		IIIБ, IV	20	15	15	10
		V	15	10	10	8

Таблица 2.7

**Нормы расстояний от наиболее удаленного рабочего места
до ближайшего эвакуационного выхода**

Объем помещения, тыс. м ³	Категории взрывопожароопасности помещений	Степени огнестойкости зданий	Норма расстояния, м, при плотности людского потока в общем проходе, чел./м		
			до 1	1—3	3—5
До 15	А, Б В	I, II, IIIА	40	25	15
		I, II, III, IIIА	100	60	40
		IIIБ, IV	70	40	30
		V	50	30	20
30	А, Б В	I, II, IIIА	60	35	25
		I, II, IIIА	145	85	60
		IIIБ, IV	100	60	40
40	А, Б В	I, II, IIIА	80	50	35
		I, II, IIIА	160	95	65
		IIIБ, IV	110	65	45
50	А, Б В	I, II, IIIА	120	70	50
		I, II, III, IIIА	180	105	75
60 и более	А, Б В	I, II, IIIА	140	85	60
		I, II, III, IIIА	200	110	85
80 и более	В	I, II, III, IIIА	240	240	100
Независимо от объема	Г, Д	I, II, III, IIIА	Не ограничивается	Не ограничивается	Не ограничивается
		III, IV	160	95	65
		V	120	70	50

чения, безопасного для прочности и устойчивости строительных конструкций. Легкосбрасываемые конструкции представляют собой элементы наружных стен (стеновые) или крыш (крышечные), вскрываемые при повышении давления внутри здания. Площадь сечения легкосбрасываемых конструкций также определяется расчетом.

Несмотря на принимаемые меры, на производстве в любой момент может возникнуть необходимость *локализации (тушения) пожара*.

Таблица 2.8

Ширина эвакуационного выхода из производственного здания

Категории взрывопожароопасности помещений	Степени огнестойкости зданий	Число людей на 1 м ширины эвакуационного выхода
А, Б	I, II, III А	85
В	I, II, III, IIIА	175
	IIIБ, IV	120
	V	85
Г, Д	I, II, III, IIIА	260
	IIIБ, IV	180
	V	130

Таблица 2.9

Необходимое время эвакуации людей из производственных зданий

Категории взрывопожароопасности помещений	Необходимое время эвакуации, мин, при объеме помещения, тыс. м ³				
	До 15	30	40	50	60 и более
А, Б	0,50	0,75	1	1,50	1,75
В	1,25	2	2	2,50	3
Г, Д	Не ограничивается				

Процесс горения прекращается в следующих случаях:

- очаг горения изолируется от воздуха;
- концентрация кислорода снижается до предельного значения (для большинства веществ 12... 15 %);
- горящие вещества охлаждаются ниже температуры самовоспламенения, воспламенения;
- осуществляется интенсивное ингибирование (торможение скорости химической реакции и пламени) и в других случаях.

Вещества, которые способствуют созданию перечисленных условий, называются *огнетушащими* и должны обладать высоким эффектом тушения при относительно малом расходе, быть экономичными и безопасными в обращении, не причинять вреда материалам и предметам. Основными огнегасительными веществами являются вода, водные растворы, водяной пар, пена, углекислота, инертные газы, галогенированные углеводороды, сжатый воздух, порошки, песок, земля.

Вода и основанные на ней огнегасительные вещества (водные эмульсии, водяной пар и др.) обладают высокой теплоемкостью и теплотой парообразования. Наряду с достоинствами вода обладает свойствами, ограничивающими область ее применения. Вода оказывается малоэффективной при тушении нефтепродуктов и многих других горючих жидкостей, так как они всплывают и продолжают гореть на ее поверхности. Вода обладает электропроводностью, ее нельзя применять для тушения объектов, находящихся под электрическим напряжением.

Пена характеризуется кратностью и стойкостью. Кратность пены — это отношение ее объема к объему исходного продукта, стойкость — время от момента ее получения до полного распада. Пену подразделяют на химическую и воздушно-механическую. Пена применяется для тушения ЛВЖ, ГЖ и нефтепродуктов. Огнегасительный эффект при этом достигается за счет изоляции поверхности от окружающего воздуха.

Углекислота в снего- и газообразном состоянии применяется в огнетушителях и стационарных установках для тушения пожаров в закрытых помещениях и для небольших открытых загораний. Огнегасительная концентрация — примерно 30 об. %. Углекислота не проводит электрический ток, поэтому ее можно применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

Инертные газы, применяемые для тушения загораний, например азот, аргон, гелий, снижают концентрацию кислорода в воздухе и уменьшают тепловой эффект реакции за счет потерь теплоты на нагревание. Относительная концентрация газов составляет 30...36 об. %.

Галогенированные углеводороды (газы или жидкости) замедляют реакцию горения, поэтому их называют ингибиторами, флегматизаторами или антикатализаторами. К ним относятся бромистый метилен, йодистый метилен, бромистый метил, дихлормонофторметан и др.

Сжатый воздух используется для тушения ГЖ с температурой вспышки выше 60 °С методом их перемешивания. Горение прекращается при снижении температуры верхнего слоя жидкости ниже температуры воспламенения.

Порошковые составы на основе карбонатов натрия применяются наиболее широко, несмотря на их высокую стоимость, сложность в эксплуатации и хранении. В частности, они являются единственным средством тушения пожаров щелочных металлов и металлоорганических соединений. Для тушения таких пожаров применяются также *песок, земля, флюсы*.

Различают первичные, стационарные и передвижные средства пожаротушения.

Первичные средства пожаротушения — это огнетушители, гидропомпы, пожарные щиты или шкафы с комплектом противопожарных инструментов и средств (ломы, ведра, лопаты и др.), небольшие поршневые насосы, бочки с водой, ящики с песком, асбестовые полотна, войлочные маты, кошмы. Различают огнетушители:

- химические пенные (ОХП-10, ОХПБ-10 и др.);
- углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-10, ОУ-20);
- углекислотно-бромэтиловые (ОУБ-3, ОУБ-7);
- хладоновые (ОХ-3);
- порошковые (ОП-2, ОП-10).

На рис. 2.34 и 2.35 показано устройство огнетушителей ОХП-10 и ОУ-2. В зависимости от вместимости огнетушители подразделяют на малолитражные (вместимость до 5 л), промышленные ручные (вместимость до 10 л) и передвижные (вместимость более 15 л).

Для различных объектов и помещений существуют нормы применения первичных средств пожаротушения. На каждые 200 м² пола производственных помещений обычно требуется один-два огнетушителя. Время действия пенных огнетушителей 50...70 с, длина струи 6...8 м, кратность пены 5, стойкость 40 мин.

Углекислотные огнетушители наполнены сжиженным углекислым газом, находящимся под давлением 6 МПа; для приведения их в действие достаточно открыть вентиль.

Порошковые огнетушители применяются для горящих щелочных металлов. Выброс порошкового заряда из баллона производится с помощью сжатого воздуха, подаваемого из баллончика.

Стационарные средства пожаротушения представляют собой неподвижно смонтированные аппараты, трубопроводы и оборудование для подачи огнегасительных средств к местам загорания. К ним относятся средства пожарного водоснабжения, спринклерные, дренчерные и другие установки автоматического пожаротушения, устройства пожарной связи и сигнализации.

Рис. 2.34. Огнетушитель ОХП-10:

- 1 — корпус; 2 — кислотный стакан; 3 — боковая ручка; 4 — переходник горловины;
- 5 — горловина; 6 — рукоятка; 7 — шток; 8 — крышка; 9 — пружина; 10 — спрыск;
- 11 — резиновый клапан; 12 — дно

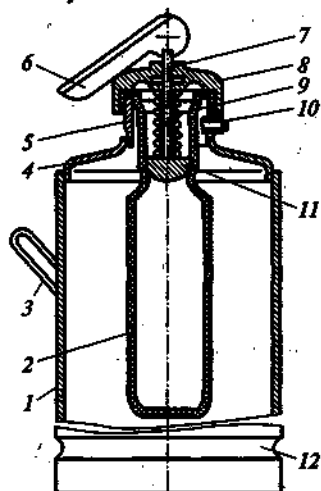
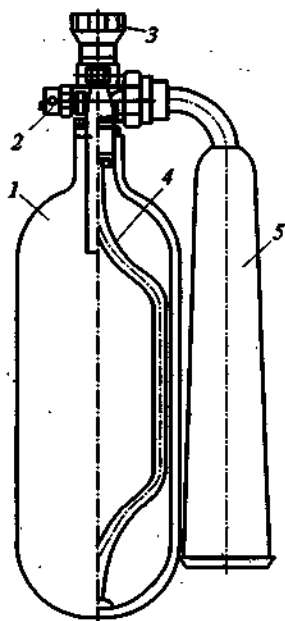


Рис. 2.35. Огнетушитель ОУ-2:

1 — баллон; 2 — предохранитель; 3 — запорный вентиль; 4 — сифонная трубка; 5 — рас­труб-снегообразователь



Пожарное водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий может быть безводопроводным (естественные и искусственные водоемы, резервуары) и водопроводным. Безводопроводное водоснабжение допускается для сравнительно небольших предприятий (территория не более 20 га) с категориями Г, Д и расходом воды на наружное пожаротушение не более 20 л/с.

Водопроводное водоснабжение более надежно и совершенно. Водопровод состоит из водозаборных сооружений, насосной станции первого подъема, подающей воду на очистные сооружения, и резервуаров чистой воды, из которых вода насосной станции вто­рого подъема подается по водопроводам в водопроводную сеть и водонапорную башню. Пожарные водопроводы объединяют с водопроводами другого назначения. Для отбора воды на пожарные нужды на водопроводных линиях устанавливают пожарные гидранты подземного и надземного исполнения. Для отыскания гидрантов на стенах зданий, заборах устанавливают соответствующие указатели. Пожарные гидранты размещают на расстоянии не более 150 м друг от друга, не далее 2,5 м от края дороги и не менее 5 м от стен зданий. Для тушения пожаров в начальной стадии внутри зданий предусматриваются внутренние пожарные водопроводы. Внутренние пожарные краны с присоединенными к ним рукавами и стволами устанавливают в нишах и шкафчиках у входов, на площадках отопливаемых лестничных клеток, в коридорах и других доступных местах на высоте 1,35 м от уровня пола. Каждый пожарный кран обеспечивается рукавом длиной 10 или 20 м и стволом со sprыском расчетного диаметра.

Расчетный запас воды на пожаротушение Q , м³, на один пожар при принятой продолжительности тушения пожара 3 ч (СНиП 21-01—97*) составляет

$$Q = 3 \cdot 3600n / 1000,$$

где n — суммарный расход воды на внутреннее и наружное пожаротушение, л/с.

Расход воды на внутреннее пожаротушение принимается равным 5 л/с (две струи по 2,5 л/с).

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение через пожарные гидранты определяется по СНиП 21-01—97* (табл. 2.10).

Расчетное число одновременных пожаров принимается следующим: при площади предприятия менее 1,5 км² — один пожар; при площади предприятия 1,5 км² и более — два пожара. При объединенных водопроводах к общему расчетному пожарному расходу воды добавляется максимальный расход воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Спринклерные установки, предназначенные для автоматической подачи воды или воздушно-механической пены на тушение пожара внутри здания, бывают водяными, применяемыми в отапливаемых помещениях (температура воздуха выше 4 °С), и воздушными, устраиваемыми в неотапливаемых помещениях. Спринклерная установка представляет собой систему трубопроводов, на которых установлены спринклерные головки. Отверстие в диафрагме головки закрывается стеклянным клапаном и удерживается легкоплавким замком, состоящим из фигурных пластин, которые связаны между собой легкоплавким припоем на основе висмута, свинца, кадмия и олова.

Припой рассчитан на определенную температуру плавления. При достижении температурой воздуха в помещении температуры плавления припой замок разрушается, и из отверстия спринклерной головки начинает поступать вода или пена. Одновременно подается сигнал тревоги.

Таблица 2.10

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение через пожарные гидранты на один пожар

Степень огнестойкости зданий	Категория взрывопожароопасности помещений	Расход воды, л/с, на один пожар при объеме здания, тыс. м ³						
		до 3	3...5	5...20	20...50	50...200	200...400	400 и более
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	25	25
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	—	—	—
III	В	10	15	20	30	—	—	—
IV, V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV, V	В	10	20	25	—	—	—	—

Дренчерные установки отличаются от спринклерных тем, что в дренчерных головках отсутствуют клапан и легкоплавкий замок. Дренчерные установки бывают ручного и автоматического включения с клапаном группового действия. При автоматическом включении одновременно подается сигнал тревоги.

Площадь пола, защищаемая одним спринклерным краном, не должна превышать 12 м², а дренчерным — 9 м². Область применения спринклерных и дренчерных установок определена СНиП 21-01—97*.

Устройства пожарной связи и сигнализации в значительной степени влияют на успешное тушение пожара. Пожарной связью называется комплекс устройств, позволяющих быстро принимать сообщения о возникновении пожара и оперативно отдавать необходимые распоряжения по его ликвидации. Система пожарной сигнализации состоит из пожарных извещателей (например, дымового типа ИП 212-ЗСУ), линий связи и приемных станций.

Связь пожарной охраны по своему назначению подразделяют на связь извещения, диспетчерскую и связь на пожаре.

Применяют лучевую и кольцевую (более экономичную) схему включения извещателей. Автоматические извещатели подразделяют на тепловые, ультрафиолетового излучения (световые), ионизационные (дымовые), ультразвуковые, инфракрасные и др. По принципу действия извещатели подразделяют на максимальные и дифференциальные. Максимальные извещатели реагируют на определенные абсолютные величины контролируемого параметра. Дифференциальные извещатели реагируют только на определенную скорость изменения контролируемого параметра.

Передвижные средства пожаротушения — пожарные машины — подразделяют на основные, имеющие насосы для подачи воды и других огнегасительных веществ к месту пожара, и специальные, не имеющие насосов и предназначенные для различных работ при тушении пожара. К основным пожарным машинам относятся пожарные автомобили, автоцистерны, автонасосы, мотопомпы, пожарные поезда, теплоходы, танки, самолеты и др., к специальным — автомобили службы связи и освещения, автолестницы, самоходные лафетные стволы и др.

На промышленном предприятии ответственность за соблюдение необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия и руководителей подразделений.

Руководители предприятия обязаны:

- обеспечить полное и своевременное выполнение правил пожарной безопасности и противопожарных требований строительных норм при проектировании, строительстве и эксплуатации подведомственных им объектов;

- организовать на предприятии пожарную охрану, добровольную пожарную дружину (ДПД) и противопожарную техническую комиссию (ПТК) и руководить ими;

- предусматривать необходимые ассигнования на содержание пожарной охраны, приобретение средств пожаротушения;

- назначать лиц, ответственных за пожарную безопасность подразделений и сооружений предприятия.

Руководители предприятия имеют право налагать дисциплинарные взыскания на нарушителей правил и требований пожарной безопасности, ставить вопрос о привлечении виновных в нарушении этих правил к судебной ответственности.

Все трудящиеся при поступлении на работу проходят вводный и первичный (на рабочем месте) инструктаж о мерах пожарной безопасности по утвержденной программе с соответствующей регистрацией. На объектах, имеющих повышенную пожарную опасность, проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму. Не реже 1 раза в год должны проводиться повторные инструктажи.

Для каждого предприятия (цеха, лаборатории, мастерской, склада и т. д.) на основе Правил пожарной безопасности в Российской Федерации разрабатываются общеобъектовая и цеховые противопожарные инструкции.

Разработку противопожарных мер и контроль за их осуществлением предприятиями в нашей стране осуществляют органы государственного пожарного надзора.

К *основным мерам* пожарной безопасности технологических установок и электрооборудования относятся следующие:

- контроль за режимом работы оборудования (температура, давление, скорость рабочих органов и т. д.), который должен соответствовать паспортным данным, технологическому регламенту;

- своевременное смазывание подшипников, температура которых во всех случаях не должна превышать 60 °С;

- теплоизоляция нагретых поверхностей;

- применение магнитной защиты для улавливания металломагнитных примесей перед измельчающими машинами (дробилками, вальцовыми станками);

- надежная герметизация оборудования и его аспирация;

- постоянный контроль за натяжением приводных ремней, лент конвейеров для исключения пробуксовки ремней и лент;

- применение системы автоматизации, блокировки, средств контроля, предупредительной и аварийной сигнализации и другие меры.

Важная профилактическая мера — проведение систематических планово-предупредительных ремонтов оборудования.

Статистические данные свидетельствуют, что большое количество пожаров возникает в электроустановках из-за неправильного их устройства и эксплуатации. Установлено также, что правильно рассчитанная, выполненная и эксплуатируемая электроустановка не представляет пожарной опасности.

Большое значение в пожарной профилактике имеет правильный выбор типов и исполнения электроустановок (электродвигателей, светильников, пусковой аппаратуры) с учетом окружающей среды: взрывопожароопасности, сырости, запыленности и т. д. Неправильный монтаж, воздействие вибрации, частые перестановки электроустановок приводят к повреждению изоляции токоведущих частей, механическим повреждениям в электропроводах и обмотках электрооборудования — основным причинам коротких замыканий.

К пожару могут привести большие токовые перегрузки, возникающие в электрических сетях с проводами заниженного сечения, при дополнительном включении в сеть электрооборудования, на которое она не рассчитана, при механических перегрузках электродвигателей и т. п. Установлено, что перегрев изоляции проводов и кабелей резко сокращает срок их службы.

Пожарную опасность представляет теплота, выделяющаяся в переходных контактах при некачественном соединении проводов между собой. В местах плохого соединения температура проводов достигает такой величины, что приводит к воспламенению изоляции и близко расположенных сгораемых материалов. Нередко при этом возникает искрение. Во избежание этого провода следует соединять сваркой или пайкой и подсоединять к токоприемникам с помощью наконечников или зажимов. Надежность контактов в местах присоединений обеспечивают также пружинящие шайбы и контргайки, которые рекомендуется использовать при воздействии вибрации.

Наряду с этим при эксплуатации электроустановок не допускается размещение рядом с электродвигателями распределительных щитов, аппаратов управления и приборов, легковоспламеняющихся и горючих веществ и материалов, скопления пыли и отходов производства. В пожароопасных помещениях, кроме того, запрещается включать электроустановки, автоматически отключившиеся при коротком замыкании, без выяснения и устранения причин отключения, проводить работы в электроустановках без снятия напряжения.

Системы воздушного отопления и вентиляции пожароопасны вследствие возможности распространения пламени по воздуховодам, коробам и каналам в другие помещения, поэтому их следует устраивать так, чтобы не увеличивать пожарную опасность. В системах воздушного отопления и вентиляции помещений катего-

рий Б и В допускается предусматривать циркуляцию воздуха при условии, что возвращаемый в помещение воздух (после очистки его от пыли) проходит через огнепреградители. В случае пересечения воздухопроводами противопожарных стен в них устанавливаются огнезадерживающие клапаны.

При устройстве отопления производственных помещений предприятий предпочтение отдают центральным системам отопления, так как они наименее пожароопасны. Однако к ним предъявляют ряд требований пожаробезопасности. В частности, нагревательные приборы центральных систем отопления должны иметь гладкую поверхность (особенно в помещениях с большим пылевыделением) и должны быть расположены в местах, допускающих их легкую очистку.

Температура поверхностей нагревательных приборов и неизолированных трубопроводов в помещениях категорий А и Б не должна превышать 110°C , категории В — 130°C .

Короткое замыкание возникает либо при непосредственном соединении проводов друг с другом в местах с нарушенной изоляцией, либо при соединении проводов через какой-либо металлический предмет — отопительную или водопроводную трубу, стальную балку и подобные токопроводящие предметы. Так как при коротком замыкании образуется большое количество теплоты, провода не в состоянии мгновенно отдавать его в окружающую среду, в силу чего температура проводов быстро возрастает и вызывает воспламенение изоляции.

Главные причины, вызывающие короткое замыкание в электрических сетях:

- применение проводов с изоляцией, не соответствующей характеру помещения и производственным условиям (быстрое разрушение изоляции);
- отсутствие систематического контроля за состоянием электрической сети.

Для защиты электроустановок и электрических сетей от токов короткого замыкания и токовых перегрузок применяют специальные средства защиты: тепловые реле, плавкие предохранители, автоматические выключатели и др. Важно при этом правильно подобрать соответствующий аппарат защиты, обеспечивающий минимальное время срабатывания. Запрещено применять в аппаратах защиты нестандартные (некалиброванные) плавкие вставки или тепловые реле (см. подразд. 2.4).

Помещения, в которых прокладывают электрические сети, подразделяют, в зависимости от характера помещений, по степени опасности поражения людей электрическим током на помещения без повышенной опасности, помещения с повышенной опасностью и особо опасные помещения.

Электротехнические правила устанавливают следующие категории помещений:

- помещения сухие, отопливаемые, в которых температура воздуха не ниже 5°C , а относительная влажность воздуха не выше 75 %;

- помещения влажные, неотапливаемые и отопливаемые, но в которых временно могут быть водяные пары, например сушилки и т. п.;

- помещения сырые, в которых относительная влажность воздуха постоянно выше 75 %, например помещения, где находятся водяные фильтры и т. п.;

- помещения особо сырые, в которых относительная влажность воздуха около 100 %, а стены и потолок постоянно покрыты влагой (красильные, отбелочные цехи текстильных фабрик и т. п.);

- помещения жаркие, в которых температура постоянно выше 30°C (сушильные камеры, отделения горячих цехов);

- помещения пыльные, в воздухе которых постоянно или временно содержится большое количество пыли;

- помещения с химически активной средой, в которых содержатся или могут содержаться пары и газы, вызывающие разрушение изоляции проводов и кабелей (травильные отделения и т. п.);

- помещения и площадки, в пределах которых изготавливаются, перерабатываются или хранятся горючие вещества, образуют пожароопасные зоны П-I, П-II, П-III;

- помещения взрывоопасные, в которых по условиям технологического процесса выделяются пары, газы или пыль, образующие с воздухом взрывчатые смеси, согласно ПУЭ относятся к взрывоопасным зонам В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIa.

Пожарная безопасность электрического оборудования теснейшим образом связана с вопросами общей безопасности. Электрические правила на установку, монтаж электрооборудования, выполнение электропроводки (см. подразд. 2.4) предусматривают и правила пожарной безопасности.

Электрооборудование должно находиться под строгим регулярным надзором; его следует эксплуатировать с соблюдением всех установленных для этого инструкций и правил.

Применение того или иного типа электрооборудования зависит от категории производства по взрывопожароопасности и от степени огнестойкости производственного помещения, в котором оно устанавливается.

В сырых помещениях вообще не рекомендуется установка электродвигателей, трансформаторов, электроприборов. Если же по каким-либо причинам установка их неизбежна, то должны быть приняты меры к их надежной изоляции. Необходимо также

обеспечить хорошую защиту электроаппаратуры от вредного влияния разрушающего действия паров и газов. Металлические не-токоведущие части электрооборудования, доступные для прикосновения, должны быть надежно заземлены.

Чтобы воспрепятствовать соприкосновению горючих веществ с предметами электрического оборудования, необходимо помещать некоторые виды оборудования в отдельные камеры или ограждать их кожухами.

Во взрывоопасных помещениях электродвигатели, трансформаторы, а также выключатели, в которых по условиям эксплуатации происходит прерывание тока, применяются лишь взрывобезопасной конструкции. Проводка, неизолированных проводов во взрывоопасных помещениях не допускается.

Выбор оборудования и прокладки сетей в производственных помещениях должны выполняться в строгом соответствии с действующими правилами устройства и эксплуатации электротехнических установок на промышленных предприятиях.

Конструкции электроприборов должны рассчитываться так, чтобы при наибольшем рабочем токе они не могли нагреваться до температуры, нарушающей их правильное действие или же быть опасной в отношении пожара и взрыва.

Выключатели, в которых по условиям эксплуатации происходит прерывание тока, закрываются предохранительными коробками, предотвращающими возникновение пожара от искрения или электрической дуги, а масляные выключатели должны устанавливаться в особых негорючих помещениях.

Распределительные щиты и устройства должны быть изготовлены из негорючих материалов и установлены в сухих помещениях, не содержащих пыли и взрывоопасных газозоо-воздушных смесей.

Трансформаторное масло, применяемое в электрических аппаратах, является опасной горючей жидкостью, а его пары при соединении с воздухом могут служить причиной взрыва.

Тушение горящего масла крайне затруднительно. Помещения заполняются оксидом углерода — сильно ядовитым газом. Применение обычных противопожарных средств при тушении трансформаторного масла не допускается, необходимы специальные шлемы с подачей в них воздуха и специальные асбестовые костюмы для защиты от ожогов.

Причины пожаров, аварий и взрывов масляных выключателей в основном следующие: недостаточная высота масла над контактами, вследствие чего возможен прорыв сквозь масло горючих газов, взрывающих находящуюся под крышкой кожуха смесь воздуха и продуктов разложения масла; недостаточность воздушного буфера и связанное с этим чрезмерное повышение давления, разрывающее бак; поломка частей контактов, траверсы или при-

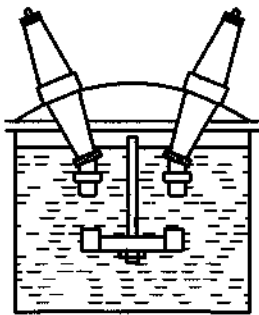


Рис. 2.36. Масляный выключатель

водного механизма, которые могут повлечь за собой остановку выключения.

На рис. 2.36 изображен общий вид масляного выключателя. В выключателях данного типа процесс взрыва обычно протекает следующим образом. В масле в момент размыкания электрической цепи между контактами возникает электрическая дуга, температура которой у электродов достигает $3\,000 \dots 3\,500^\circ\text{C}$. Масло, окружающее электрическую дугу, под действием такой высокой температуры частично сгорает, а частично разлагается и испаряется.

Продукты разложения масла состоят из следующих составных частей, %: водород — 65; ацетилен — 25; метан — 5; прочие продукты — 5.

Сгоревшее масло образует сажу, одна часть которой уходит вместе с газами в виде черного дыма, другая — оседает на дно сосуда, в котором находится масло.

Горячие пары и газы, образовавшиеся от разложения масла, устремляются вверх, проходят через слой холодного масла, частично растворяются в нем, а частично достигают поверхности масла и смешиваются с находящимся в баке над маслом воздухом. Пары масла уже при 6 % по отношению к общему объему воздуха образуют взрывчатую смесь.

Максимальной взрывчатой силы смесь достигает при содержании 20 % паров масла по отношению к общему объему воздуха.

Масляные выключатели должны устанавливаться в отдельных негоряемых камерах. У масляного выключателя сбоку должна сооружаться защитная стенка, ограждающая сосуд выключателя со стороны управления и предохраняющая обслуживающий персонал от возможных выбросов масла, которые могут причинить ожоги.

Ввиду большой пожарной опасности трансформаторы должны устанавливаться в отдельных огнестойких помещениях (камерах).

Установка трансформаторов производится с соблюдением специальных требований, направленных на то, чтобы в случае аварии не допускать разлива масла и, как следствие, широкого распространения пламени. Для этого под трансформатором устраивается специальный бетонный приямок.

Помещение, в котором устанавливаются трансформаторы, должно иметь отдельный выход наружу или в огнестойкое помещение, не содержащее взрывоопасных газозвудушных смесей.

Каждый трансформатор, имеющий в кожухе 200 кг и более масла, должен устанавливаться в отдельном помещении (камере),

и под каждым из них обязательно устраивается маслосборный приямок. Трансформаторы с вместимостью масла менее 200 кг разрешается устанавливать без маслосборных приямков, но не более трех в одном помещении.

Каждый маслосборник должен вмещать все масло трансформатора и иметь между поверхностью масла и основанием трансформатора зазор не менее 5 см. В некоторых случаях дно маслоприемника засыпают песком; масло впитывается слоем песка и быстро охлаждается.

Пожар от электроосветительной сети может возникнуть в силу того, что иногда при проектировании не учитывается полная потребность предприятия в электрическом освещении, поэтому в дальнейшем прибегают к добавочным нагрузкам на сеть, что может вызвать перегрев проводов и их воспламенение. За электропроводкой иногда нет достаточного надзора; изоляция проводов со временем приходит в неисправность, что также ведет к возникновению пожара.

Провода электроосветительной сети на промышленных предприятиях всегда имеют большую протяженность, во многих местах соприкасаются с горючими материалами и со сгораемыми конструкциями зданий. В противопожарных целях на промышленных предприятиях линии проводов электроосветительной сети должны иметь плавкие предохранители или автоматические выключатели, обеспечивающие размыкание линий до наступления опасного момента. Особенно опасно в проводах короткое замыкание.

Для защиты проводов от механических и химических повреждений их рекомендуется прокладывать в особых защитных трубках. Для этого применяют резиновые или стальные трубки с внутренней изоляцией. Стальные трубки, состоящие из слоя изолирующего картона, покрытого снаружи стальной оболочкой, следует применять только в сухих помещениях, так как в сыром помещении картон, обладающий гигроскопичностью, впитывает влагу и быстро теряет свои изолирующие свойства. В сырых помещениях в качестве проводов рекомендуется прокладка кабеля марки СРГ или провода ПВМ на фарфоровых изоляторах.

В настоящее время для электрического освещения производственных помещений применяются лампы большой мощности (300...500 Вт и более). На поверхности колбы, имеющей значительную температуру, может произойти загорание осевшей на нее горючей пыли (например, в деревообрабатывающих цехах, текстильном производстве и т.п.), если она не защищена надлежащей арматурой.

Температура нагрева электрических ламп на поверхности колбы при напряжении 120 В приведена в табл. 2.11.

Температура нагрева электрических ламп

Мощность ламп, Вт	Температура на колбе лампы, °С
50	125... 140
100	130... 140
150	150... 175
200	160... 175
300	170... 182
500	220... 230
1 000	225... 240

Необходимо отметить, что, когда лампа заключена в арматуру, температура на колбе значительно повышается. В некоторых случаях в зависимости от типа арматуры температура нагрева электрических ламп повышается: для ламп мощностью 300 Вт — до 250 °С, а для ламп мощностью 1 000 Вт — до 300 °С. Это обстоятельство заставляет с большой осторожностью относиться к выбору мощности ламп (возможны некоторые отклонения нагрева на колбе лампы в зависимости от того, в какой части колбы произведен замер).

Электроосвещение обычно рассчитывается на напряжение 120 или 220 В. Для местного освещения из соображений безопасности применяется пониженное напряжение 36 В, а в особо опасной обстановке — 12 В.

Номинальное напряжение лампы накаливания указывается на цоколе или на колбе лампы.

Применение напряжения выше 220 В для освещения не допускается.

Люминесцентные лампы в отношении пожарной и взрывной безопасности также нельзя считать безопасными, поскольку при неплотных контактах от них возможно искрение, что, в свою очередь, может вызвать воспламенение или взрыв паров, газов или пыли. Во взрывоопасных сырых или пыльных помещениях применение люминесцентного освещения запрещено.

Защита от разрядов *статического электричества* (ГОСТ 12.4.124—83) должна осуществляться во взрыво- и пожароопасных производствах с наличием помещений (зон) классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa, П-I и П-II, в которых применяются и вырабатываются вещества, удельное объемное электрическое сопротивление которых превышает 10^6 Ом · см. В остальных случаях защита осуществляется лишь тогда, когда статическое электричество

представляет опасность для обслуживающего персонала, отрицательно влияет на технологический процесс или качество продукции.

Выбор способа устранения опасности статического электричества производится на практике в зависимости от эффективности и экономической целесообразности.

В случаях, когда оборудование выполнено из проводящих электрический ток материалов, заземление является основным и, как правило, достаточным способом устранения опасности статического электричества. Особенно эффективно заземление токопроводящих частей оборудования при переработке веществ, имеющих удельное объемное сопротивление не более 10^{10} Ом · см для жидкостей и 10^9 Ом · см для твердых тел. Необходимо знать удельное объемное сопротивление веществ того состава и при тех условиях (давлении, температуре), в которых эти вещества находятся при переработке. Однако в ряде случаев, когда на поверхности или внутренних стенках металлических аппаратов, резервуаров и трубопроводов образуются отложения из непроводящих веществ (смолы, пленка, осадки), заземление становится неэффективным и создается ложное впечатление о надежности и безопасности. Заземление не устраняет опасности и в случае применения аппаратов с эмалированными или другими неэлектропроводящими покрытиями.

Трубопроводы наружных установок (на эстакадах или в каналах), оборудование и трубопроводы, расположенные в цехе, должны представлять на всем протяжении непрерывную электрическую цепь и присоединяться к заземляющим устройствам. Считается, что фланцевые соединения трубопроводов и аппаратов, соединения крышек с корпусами аппаратов и другие образуют достаточные по электрической проводимости контакты, не требующие установки специальных шунтирующих перемычек. Шунтирующие перемычки устанавливаются только для защиты от искрений при явлениях электромагнитной индукции (при разрядах молнии).

Оборудование следует считать электростатически заземленным, если сопротивление утечки тока в любой точке при самых неблагоприятных условиях не превышает 10^6 Ом.

Каждая система аппаратов и трубопроводов в пределах цеха должна быть заземлена не менее чем в двух местах. Все резервуары вместимостью более 50 м^3 и диаметром более 2,5 м заземляют не менее чем в двух противоположных точках. Нельзя допускать, чтобы на поверхности горючих жидкостей в резервуарах плавали какие-либо предметы. Наливные стояки эстакад для заполнения железнодорожных цистерн и рельсы железнодорожных путей в пределах сливно-наливного фронта должны быть электрически

соединены между собой и надежно заземлены. Автоцистерны, наливные суда, находящиеся под наливом или сливом горючих жидкостей и сжиженных газов, должны на время наполнения заземляться.

Учитывая малые величины разрядных токов при статической электризации, сопротивление заземляющего устройства допускается до 100 Ом. Однако предельно допустимая величина сопротивления заземления, определяемая скоростью накопления электрических зарядов, может быть и 10^4 Ом. При таком сопротивлении заземления удаляются заряды, накапливающиеся со скоростью 100 мкм/с. Обычно скорость накопления зарядов, образующихся, например, при перекачке жидких углеводородов, значительно ниже и часто составляет величину от одного до нескольких микрокулон в секунду. Если объект защищают одновременно и от вторичных воздействий молнии (с использованием одного общего заземления), то величина сопротивления заземлителя растеканию тока промышленной частоты должна быть не более 5...10 Ом, как это принято для сооружений I и II категорий в соответствии с требованиями по молниезащите.

Если для защиты от статической электризации проводящего неметаллического оборудования и оборудования с проводящей футеровкой применяется заземление, то к нему предъявляются те же требования, что и при заземлении металлического оборудования. Например, заземление трубопровода из диэлектрического материала, но с наличием проводящего покрытия (краски, лаки) может выполняться с помощью металлических хомутов через 20...30 м.

Устранение опасности при статической электризации диэлектриков может быть достигнуто двумя способами: за счет увеличения их поверхностной и объемной проводимости; за счет повышения относительной влажности воздуха и применения антистатических веществ (присадок).

Наблюдения показывают, что большинство пожаров от искр статического электричества происходит обычно в зимние месяцы, когда относительная влажность воздуха низка. При повышенной относительной влажности воздуха (выше 65...70 %), как показывают исследования, число вспышек и загораний становится незначительным.

В некоторых случаях желаемый эффект может быть достигнут применением местного увлажнения паром или охлаждением электризуемой поверхности до температуры на 10°C ниже температуры окружающей среды.

Один из наиболее эффективных методов, позволяющих устранить электризацию нефтепродуктов, — метод введения специальных антистатических веществ (присадок). Добавление присадок

в тысячных долях процента позволяет на несколько порядков увеличить электропроводность нефтепродуктов и обезопасить операции с ними. Электропроводность углеводородов и нефтепродуктов наиболее эффективно повышают олеаты и нафтенаты хрома и кобальта, соли хрома синтетических жирных кислот и другие вещества. Так, присадка, полученная на основе олеиновой кислоты, — олеат хрома повышает электропроводность бензина Б-70 в $1,2 \cdot 10^4$ раз. За рубежом наиболее широкое распространение получили антистатические присадки, технология получения которых очень сложна.

Для получения значения электропроводности приблизительно 10^{-11} Ом $\cdot$ см $^{-1}$, обеспечивающей безопасность операций с нефтепродуктами в любых условиях, необходимо вводить примерно 0,001...0,003 % присадок. Добавление их не влияет на физико-химические свойства нефтепродуктов.

Эффективность антистатических веществ используют в промышленности полимеров, например при обработке полистирола и полиметилметакрилата. Обработка полимеров антистатическими добавками производится как при поверхностном нанесении, так и при внутреннем введении в расплавленную массу. В качестве антистатических добавок применяют, например, некоторые образцы ионогенных поверхностно-активных веществ (ПАВ). При поверхностном нанесении ПАВ обладают хорошим антистатическим эффектом. Удельное поверхностное сопротивление полимеров при этом снижается на 5—8 порядков, но срок эффективного действия незначителен (до 1 мес). Внутреннее введение антистатических добавок более перспективно, так как антистатические свойства полимеров стабильны во времени (несколько лет), менее подвержены действию растворителей, истиранию и т. д.

Необходимость широкого применения труб для пневмотранспортировки, продуктопроводов и других устройств из полимеров (например, полиэтилена низкой и высокой плотности) привела к созданию полупроводящих полимерных композиций путем введения наполнителей. Лучший наполнитель — ацетиленовая сажа, хорошо распределяемая в полимере и снижающая показатели сопротивления на 10—11 порядков при введении даже в количестве 20 % массы полимера. Оптимальная концентрация ацетиленовой сажи для создания электропроводящего полимера — 25 % массы полимера. В качестве проводящих неметаллических труб для пневмотранспорта могут быть рекомендованы трубы из проводящей полиэтиленовой композиции.

В различных отраслях народного хозяйства широко используются резинотехнические изделия, являющиеся в большинстве своем диэлектриками. Применение резинотехнических изделий

часто связано с опасностью статической электризации. Поэтому большой практический интерес представляют способы придания резинам антистатических свойств. Для создания электропроводящих антистатических резин было использовано свойство образования в резиновой смеси токопроводящей структуры при введении в нее электропроводящих наполнителей: порошкообразного графита, различных типов саж (например, липецкая ацетиленовая сажа), мелкодисперсных металлов. При введении в латекс сажи (вследствие лучшего распределения наполнителя) электропроводность резины оказалась на 2—3 порядка выше электропроводности резины, полученной на основе твердого каучука. Объемное удельное сопротивление антистатической резины находится в пределах $10^1 \dots 10^6$ Ом·см.

Антистатические резины широко используются в условиях взрывоопасных производств для покрытия полов, рабочих столов, деталей оборудования и колес внутрицехового транспорта. По сравнению с металлическим или бетонным покрытие из антистатической резины обеспечивает лучшие санитарно-гигиенические условия, отводит возникающие в технологическом процессе заряды, не создает опасности электризации людей при работе на таком покрытии.

В последнее время разработана рецептура маслобензостойкой электропроводящей резины на основе применения в резиновой смеси бутадиен-нитрильных и полихлоропреновых каучуков. Наиболее широко эти резиновые смеси используются для изготовления напорных рукавов и шлангов, предназначенных для перекачки ЛВЖ.

Применение таких рукавов значительно снижает опасность воспламенения при сливе и наливе ЛВЖ в передвижные емкости (в авто- и железнодорожные цистерны и др.), исключает необходимость применения специальных устройств для заземления заправочных воронок и наконечников.

В ряде случаев использование антистатических резин и пластмасс связано со сложностью их крепления на поверхности изделия и различными технологическими трудностями. До последнего времени получение электропроводящих слоев осуществлялось вакуумным напылением, или катодным нанесением, металла на поверхность диэлектрика. Однако этот способ не всегда приемлем. Решить задачу позволили созданные специальные лакокрасочные покрытия, основанные на образовании в полимерном связующем цепочных структур наполнителя. Эти структуры, образованные контактирующими частицами проводящего наполнителя, обеспечивают покрытие хорошую электропроводность. В качестве наполнителя могут быть взяты порошкообразные металлы, сажа, графит. Так, введение 15 % карбонильного никеля

делает покрытие электропроводным с удельным объемным сопротивлением менее 10^6 Ом · см. При введении 35 ... 40 % карбонильного никеля проводимость ряда полимеров приближается к металлической. Для «чистых» полимерных связующих без наполнителя удельное объемное сопротивление составляет 10^{11} ... 10^{15} Ом · см.

В настоящее время созданы электропроводящие эмали марок ХС-928 и АК-662. Кистью или пульверизатором их наносят на поверхность в два слоя и получают пленку черного цвета, устойчивую к температуре, давлению, вакууму, агрессивным средам и радиационному облучению. Электропроводящие эмали находят широкое применение для окраски заземляющих устройств технологического оборудования, внутренней части химической реакционной аппаратуры, изготовленной из стекла и пластмассы, внутренней части диэлектрического трубопровода, по которому транспортируются жидкости или сыпучие материалы, способные электризоваться, и т. д.

Иногда во взрывоопасных производствах применяют ременные передачи и ленточные транспортеры. При их работе возникают заряды статического электричества, потенциал которых достигает нескольких десятков киловольт. Это может привести к сильному искрению и вызвать взрыв и пожар. Наиболее действенным способом снижения потенциала является увеличение поверхностной проводимости ремня при обязательном заземлении установки. Для этого на внутреннюю поверхность ремня рекомендуется наносить антистатическую смазку, возобновляемую не реже 1 раза в неделю. Для кожаных и резиновых ремней рекомендуется, например, смазка следующего состава: на 100 мас. частей глицерина 40 мас. частей сажи. Иногда хорошим результатом по снижению опасных потенциалов на приводных ремнях и лентах транспортеров способствуют увеличение относительной влажности воздуха, снижение линейной скорости ремня, а также ионизация воздуха.

Суть ионизации воздуха заключается в нейтрализации поверхностных электростатических зарядов ионами, которые получают с помощью специального прибора, называемого нейтрализатором. Нейтрализатор создает большое число положительных и отрицательных ионов, которые, взаимодействуя с противоположными зарядами статического электричества, нейтрализуют их. Ионизация воздуха для указанных целей осуществляется в настоящее время двумя способами: действием электрического поля высокого напряжения и радиоактивным излучением.

Ионизация воздуха электрическим полем высокого напряжения осуществляется нейтрализаторами двух типов: индукционными и высоковольтными.

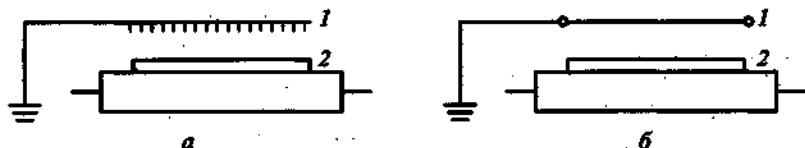


Рис. 2.37. Схемы индукционных нейтрализаторов:

а — с острьями; *б* — проволочного; 1 — острья или проволока; 2 — заряженная поверхность

Индукционные нейтрализаторы являются самыми простыми и применяются уже давно. Существуют два типа индукционных нейтрализаторов: с острьями и проволочный. Нейтрализатор с острьями (рис. 2.37, *а*) состоит из деревянного или металлического стержня, на котором укреплены заземленные острья, тонкие проволоки или фольга. У проволочного нейтрализатора (рис. 2.37, *б*) вместо острья имеется тонкая стальная проволока, натянутая поперек движущегося заряженного материала.

Действие индукционных нейтрализаторов основано на использовании электрического поля назлектризованного тела, постороннего источника напряжения для них не требуется. Нейтрализаторы с острьями (ионизаторы) обладают высокой ионизационной способностью, особенно при высоких потенциалах заряженного тела. Проволочные нейтрализаторы менее эффективны; у ионизаторов более слабый ионизационный ток и более высокое предельное напряжение. Общим недостатком для проволочных нейтрализаторов и ионизаторов является то, что они начинают действовать только после того, как напряжение назлектризованного тела достигнет нескольких киловольт.

Индукционные нейтрализаторы являются взрывобезопасными, их можно устанавливать во взрывоопасных средах.

Высоковольтные нейтрализаторы существуют трех типов: работающие на переменном токе, постоянном токе и токе высокой частоты, состоят из трансформатора высокого напряжения и имеют игольчатый разрядник (рис. 2.38). Нейтрализатор постоянного тока имеет дополнительно высоковольтный выпрямитель. Принцип действия нейтрализаторов, основанный на ионизации высоким напряжением, одинаков, но их эффективность различна. Достоинство всех трех типов нейтрализаторов — достаточное ионизирующее действие при низких потенциалах тела. Особое значение нейтрализаторы имеют на тех производствах, где не соблюдаются температурно-влажностные условия и относительная влажность воздуха может быть ниже 50 %. Недостатки высоковольтных нейтрализаторов — необходимость иметь источник тока и большая энергия возникающих искр, способных воспламенить

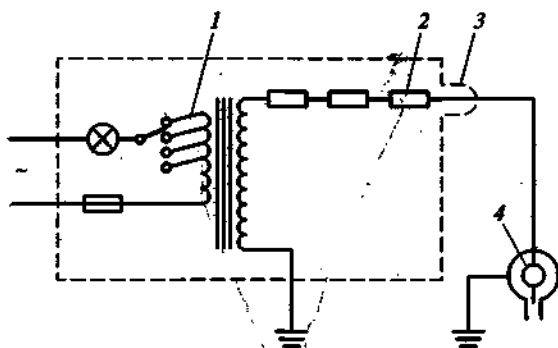


Рис. 2.38. Схема высоковольтного нейтрализатора переменного напряжения:

1 — трансформатор; 2 — защитное сопротивление; 3 — проходной изолятор; 4 — игольчатый разрядник

любые взрывоопасные смеси, поэтому использование нейтрализаторов во взрывоопасных помещениях возможно только при их взрывозащищенном исполнении. Общим и существенным недостатком нейтрализаторов состоит в том, что при работе в воздухе образуются озон и оксид азота, отрицательно влияющие на органы дыхания человека; кроме того, нейтрализаторы громоздки.

Радиоактивные нейтрализаторы очень просты по устройству, не требуют источника питания, достаточно эффективны и безопасны при использовании в пожаро- и взрывоопасных средах. Радиоактивные нейтрализаторы чаще всего имеют вид длинных плоских пластинок (рис. 2.39) или маленьких круглых «тарелочек», одна сторона которых содержит радиоактивное вещество, создающее радиоактивное излучение и приводящее к ионизации воздуха.

Чтобы предотвратить загрязнение воздуха, продукции и оборудования, радиоактивное вещество покрывают тонким защитным слоем из специальной эмали или фольги. Для защиты от механических повреждений пластины помещают в металлический

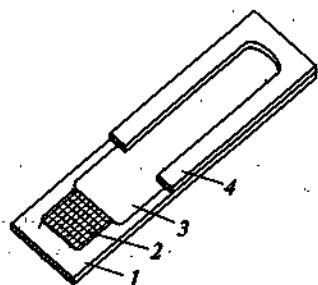


Рис. 2.39. Радиоактивный нейтрализатор:

1 — основание; 2 — радиоактивная фольга; 3 — защитная алюминиевая фольга; 4 — пластина, удерживающая фольгу

Таблица 2.12

Проникающая и ионизирующая способность радиоактивных излучений

Излучение	Число пар ионов, создаваемых в 1 м ³ воздуха	Проникающая способность частиц в воздухе, м
α -частицы (радий-226, полоний-208 и -210, плутоний-238, -239 и -240)	6 000	0,1
β -частицы (таллий-204, стронций-90, сера-35, прометий-147, криптон-85 и др.)	6	10
γ -лучи	0,1	600

кожух, который обеспечивает частичное экранирование и создаст нужное направление ионизирующего воздуха.

Подбор радиоактивных веществ для нейтрализаторов производится на основании учета различных свойств: энергии частиц излучения, длины их пробега, действия излучения на людей и т. д. В табл. 2.12 приведены данные о проникающей и ионизирующей способности всех трех видов излучений.

Наиболее эффективными и безопасными являются радиоактивные вещества, распад которых сопровождается излучением α -частиц. Нейтрализаторы с таким излучением могут использоваться для местной ионизации воздуха в целях нейтрализации электростатических зарядов в месте их образования. Там, где необходимо нейтрализовать электростатические заряды в объеме аппарата, лучше использовать β -излучатели. Радиоактивные вещества с γ -излучением (из-за высокой проникающей способности и опасности для людей) для нейтрализации зарядов не применяются.

При использовании радиоактивных нейтрализаторов необходимо предусматривать надежную защиту людей, оборудования, выпускаемой продукции от вредного воздействия радиоактивного излучения.

В целях нейтрализации электростатических зарядов могут использоваться комбинированные нейтрализаторы, т. е. сочетание двух нейтрализаторов, например высоковольтного и радиоактивного или радиоактивного и индукционного. Комбинация из двух типов нейтрализаторов позволяет улучшить их вольт-амперные характеристики и увеличить эффективность.

В ряде случаев рассмотренные способы уменьшения опасности статической электризации могут оказаться малоэффективны-

ми или неприемлемыми во взрывоопасных производствах, поэтому в подобных обстоятельствах следует создавать условия, исключющие образование взрывоопасных концентраций, например применение в резервуарах плавающих крыш, заполнение свободного пространства в аппаратах азотом или углекислотой, применение постоянно действующей вентиляции с высокой кратностью обмена воздуха, а также автоматическое включение аварийной вентиляции и др.

Иногда удовлетворительные результаты дает изменение технологического процесса отдельных производственных операций или замена горючих растворителей на негорючие.

Большое значение в обеспечении пожаровзрывобезопасности имеют правильная эксплуатация и поддержание всех устройств защиты от разрядов статического электричества в исправном состоянии. Осмотр и текущий ремонт защитных устройств необходимо проводить одновременно с осмотром и текущим ремонтом всего технологического и электротехнического оборудования. Ревизию заземляющих устройств при помощи приборов нужно производить не реже 1 раза в год, а результаты ревизии и ремонтов защитных устройств следует заносить в специальный журнал.

Для каждого цеха (с учетом специфических особенностей) в соответствующие технологические инструкции или инструкции по технике безопасности должны быть включены разделы «Защита от статического электричества» и «Эксплуатация устройств защиты от статического электричества».

При превышении критического значения напряженности электрического поля атмосферы возникает разряд, сопровождающийся ярким свечением — *молнией* и звуком (громом). Сила тока в канале молнии достигает 200 000 А, температура — 6 000... 10 000 °С и более, время существования молнии 0,1... 1 с.

Предшествующий разряду молнии процесс разделения и накопления электрических зарядов в облаках связан с возникновением в них мощных восходящих воздушных потоков, с интенсивной конденсацией водяных паров и разбрызгиванием водяных капель. Образующаяся при разбрызгивании мельчайшая водяная пыль заряжена отрицательно, а тяжелые капли — положительно. Ветер разносит отрицательно заряженную водяную пыль на значительные расстояния, образуя основной массив грозового облака. Положительно заряженные капли выпадают в виде дождя на землю или удерживаются во взвешенном состоянии, образуя в грозовом облаке местное скопление положительных зарядов. В результате этих процессов в различных частях грозового облака происходит сосредоточение значительных униполярных зарядов. В большинстве случаев нижняя часть грозового облака оказывается заря-

женной отрицательно, а само облако образует гигантский конденсатор, второй «обкладкой» которого является земля; на поверхности земли индуцируются положительные заряды. По мере концентрации зарядов увеличивается напряженность электрического поля вблизи облака или у земли, и когда она достигает критической величины (порядка 30 кВ/см), создаются условия для развития молнии.

Наибольшую опасность из всех разрядов молний представляет нисходящий разряд между облаком и землей (или объектом) в форме линейной молнии; опасны разряды молний из облаков с отрицательными зарядами (из мелких капель воды) и нисходящими отрицательными зарядами, а также разряды из положительно заряженных облаков (крупные капли воды) с нисходящими положительными зарядами (токи разрядов таких молний имеют очень большие амплитудные значения).

Различают *первичные* проявления молнии (прямой удар) и *вторичные* проявления молнии в виде электростатической и электромагнитной индукции. Прямой удар молнии может вызвать пожар и разрушение сооружений. Вторичные проявления молнии опасны тем, что возможно искрение, которое устраняется посредством заземления всех металлических элементов.

Для осуществления молниезащиты необходимо знать основные электрические характеристики молнии: амплитуду и максимальную крутизну тока, длину фронта и волны тока.

Амплитуда тока молнии $I_{\max}$ — максимальное значение тока, протекающего во время стадии главного разряда; зарегистрированные максимальные амплитуды составляют 200 000...250 000 А и более.

Под крутизной тока молнии $K_{\max}$ понимается возможная скорость нарастания амплитуды токов молнии, чаще всего она составляет 5 000...10 000 А/мкс. Длина фронта тока молнии T_{ϕ} определяется временем, протекающим от начала нарастания тока до амплитуды. Обычно для максимальных амплитуд токов молнии первых импульсов это время находится в пределах 1,5...10 мкс.

За длину волны тока молнии T условно принимается время, протекающее от начала нарастания тока до полуспада амплитуды после ее максимума. Значение T колеблется в пределах 20...100 мкс; в качестве расчетной величины принимается $T = 50$ мкс.

Пожары от разрядов молнии в основном происходят в сельской местности. Однако зачастую пожары, а иногда и взрывы возникают в результате поражения молнией промышленных взрывоопасных зданий и наружных установок типа резервуаров для хранения нефтепродуктов, спирта, ливневых нефтеловушек, технологических установок, в которых используется или перерабатывается природный газ. Известны случаи возникновения пожара

от разряда молнии в аккумуляторное отделение ремонтных мастерских, от прямого попадания молнии в дымовую трубу, вызвавшего оплавление и искрение молниеприемника с последующим возгоранием горючих материалов. Во всех случаях молниезащита либо отсутствовала, либо была неисправна, либо неправильно выполнена.

Вероятность поражения молнией какого-либо объекта зависит от интенсивности грозовой деятельности в районе его расположения, высоты и площади сооружения, некоторых других факторов. Обобщающим показателем грозовой деятельности в данном районе земной поверхности служит показатель среднего числа n ударов молний в год, приходящихся на 1 км^2 земной поверхности. Значение n в зависимости от интенсивности грозовой деятельности приведено ниже:

Грозовая деятельность, ч/год	20...40	40...60	60...80	80...100	100 и более
Среднее число ударов молний n в год	2,5	3,8	5	6,3	7,5

Ожидаемое число поражений молнией (в год) зданий и сооружений, не имеющих молниезащиты, определяется по формуле

$$N = \frac{(S + 3h_x)(L + 3h_x)n}{10^6},$$

где S — ширина защищаемого здания или сооружения, м; h_x — высота здания по его боковым сторонам, м; L — длина защищаемого здания или сооружения, м.

Все здания и сооружения по степени требований к молниезащите подразделяют на три категории в зависимости от назначения и технологических особенностей объекта по степени пожаро- и взрывоопасности:

I категория — здания (сооружения), отнесенные к зонам классов В-I и В-II. Молниезащита таких объектов предусматривается независимо от средней грозовой деятельности и места расположения объекта на территории России;

II категория — здания (сооружения) зон классов В-Ia и В-IIa; молниезащита таких объектов выполняется при грозовой деятельности 10 ч/год и более;

III категория — здания (сооружения) зон классов П-I, П-II и П-IIa, а также открытые зоны классов П-III. Молниезащита этих объектов предусматривается в местностях с грозовой деятельностью 20 ч/год и более.

Подробно требования и рекомендации по устройству молниеотводов приведены в Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122—87).

Здания и сооружения I категории подлежат обязательной молниезащите от прямых ударов молнии, вторичных ее воздействий и заноса высоких потенциалов через надземные металлические коммуникации на всей территории Российской Федерации, так как, несмотря на малую вероятность поражения этих зданий (например, в районах с грозовой деятельностью 10...15 ч/год), опасность и материальный ущерб при их взрыве столь велики, что затраты на сооружение молниезащиты будут вполне оправданы.

Здания и сооружения II категории должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных ее воздействий и заноса высоких потенциалов только в местностях со средней грозовой деятельностью 10 ч/год и более. Мероприятия по защите производственных зданий и сооружений III категории (с помещениями классов П-I, П-II и П-IIа) от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов обязательны в местностях со средней грозовой деятельностью 20 ч/год и более при условии, что ожидаемое число поражений молнией в год будет не менее 0,05 для зданий и сооружений I и II степеней огнестойкости и 0,01 для зданий III, IV и V степеней огнестойкости.

Наружные установки класса П-III, в которых применяют или хранят ГЖ с температурой вспышки паров выше 45 °С, защищают от прямых ударов молнии в местностях со средней грозовой деятельностью 20 ч/год и более. Установки, имеющие плавающие крыши или корпуса из железобетона и синтетических материалов, необходимо защищать и от электростатической индукции. Обязательность молниезащиты всех остальных зданий и сооружений III категории определяется по соответствующим нормам.

Защита зданий и сооружений от прямых ударов молнии осуществляется с помощью *молниеотводов* различных систем. Любой молниеотвод состоит из трех основных частей:

- молниеприемника, непосредственно воспринимающего удар молнии;
- токоотвода (спуска), соединяющего молниеприемник с заземлителем;
- заземлителя, через который ток молнии стекает в землю.

Вертикальная конструкция (столб, мачта) или часть сооружения, предназначенная для закрепления молниеприемника и токоотвода, называется опорой молниеотвода.

Зона защиты молниеотвода — часть пространства, примыкающая к молниеотводу, обеспечивающая защиту сооружения от прямых ударов молнии с достаточной степенью надежности

(99 %). Зоны защиты молниеотводов определены экспериментальным путем на моделях.

Принято считать, что зоны защиты реальных молниеотводов геометрически подобны зонам, полученным на лабораторных моделях.

По типу молниеприемников молниеотводы подразделяют на стержневые и тросовые, по количеству совместно действующих молниеотводов — на одиночные, двойные и многократные. Кроме того, молниеотводы бывают отдельно стоящие, изолированные и неизолированные от защищаемого здания.

Стержневые молниеотводы изготавливают в виде стержней (мачт), тросовые — в виде горизонтальных тросов (проводов), возвышающихся над защищаемым сооружением и закрепленных на опорах, по которым прокладывают токоотводы. На практике чаще используют стержневые молниеотводы; тросовые молниеотводы применяются в основном для защиты длинных и узких сооружений, линий электропередачи высокого напряжения, а также в случаях, когда из-за густой сети подземных коммуникаций нельзя установить много стержневых молниеотводов. Следует отметить, что тросовые молниеотводы применяют незаслуженно редко, в то время как при защите некоторых протяженных низких строений, некоторых видов резервуаров они оказываются экономичнее стержневых молниеотводов. Выбор той или иной системы молниеотвода определяется условиями, обеспечивающими достаточную защиту сооружения и экономию средств, а также конструктивными и архитектурными особенностями защищаемого здания.

При разработке конструкций молниезащитных устройств, в частности молниеотводов, следует использовать особенности самого защищаемого здания. Так, молниеприемниками и токоотводами могут быть выступающие металлические конструктивные элементы здания (металлические кровли, трубы, парапеты, лестницы). В этих же целях следует использовать высоту защищаемого сооружения, устанавливая, когда это возможно, молниеотводы непосредственно на кровле, дымовых и вентиляционных трубах, стенах здания и т. д. При разработке системы молниезащиты следует использовать зоны защиты, образуемые близко расположенными высокими сооружениями, уже имеющими молниезащиту (дымовые трубы, водонапорные башни), или зоны защиты, образуемые высокими наружными технологическими установками (колонны, этажерки).

Зона защиты *одиночного стержневого молниеотвода* высотой $h \leq 60$ м представляет собой конус с образующей в виде ломаной линии (рис. 2.40, а). Основание конуса — окружность радиусом $r = 1,5h$. Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте

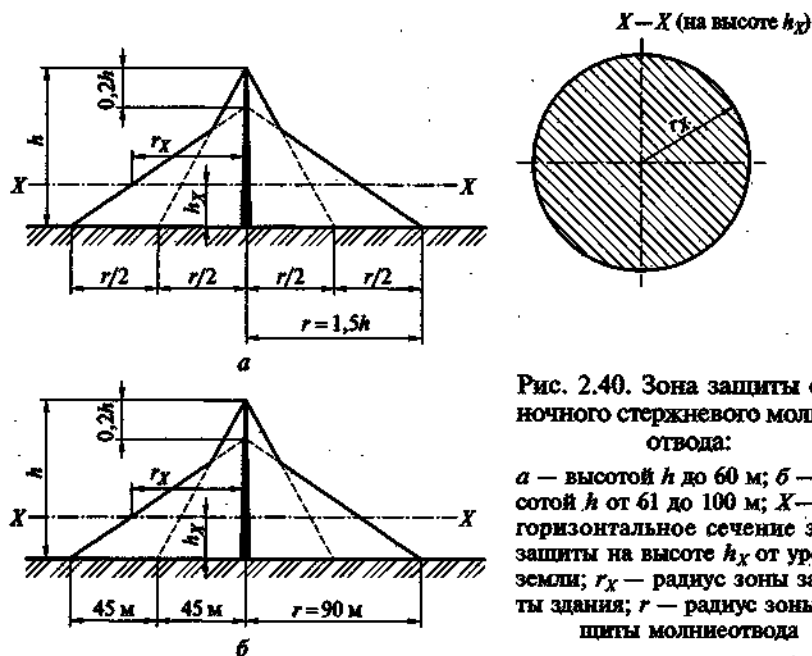


Рис. 2.40. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода:

a — высотой h до 60 м; *б* — высотой h от 61 до 100 м; X—X — горизонтальное сечение зоны защиты на высоте h_x от уровня земли; r_x — радиус зоны защиты здания; r — радиус зоны защиты молниеотвода

h_x от уровня земли (например, на высоте защищаемого уровня здания) представляет собой круг радиусом r_x (где r_x — радиус зоны защиты здания). Для графического построения образующей зоны защиты нужно соединить вершину молниеотвода с точками, расположенными на уровне земли, отстоящими от основания

молниеотвода на расстоянии $\frac{r}{2} = 0,75h$ по обе стороны от молниеотвода.

Точку, расположенную на молниеотводе на высоте $0,8h$, следует соединить с точками на уровне земли, находящимися на расстоянии $r = 1,5h$ по обе стороны от молниеотвода. Радиус зоны защиты определяется соотношениями

$$r_x = 1,25k_3(h - 1,25h_x) \text{ при } 0 \leq h_x \leq \frac{2}{3}h, \quad (2.11)$$

$$r_x = 0,6255k_3(h - h_x) \text{ при } \frac{2}{3}h \leq h_x \leq h, \quad (2.12)$$

где k_3 — коэффициент, учитывающий вид молниеприемника.

Для стержневых молниеотводов коэффициент $k_3 = 1,2$. По формулам (2.11) и (2.12) определяют радиус зоны защиты на высоте

защищаемого уровня h_X в том случае, когда задаются высотой типовых конструкций молниеотводов (например, молниеотводов, принимаемых по действующим нормам) или когда в качестве молниеотводов используют дымовые трубы, высотные металлические колонны технологических наружных установок и т.д. Формула (2.11) применяется для случаев, когда здание, сооружение или какой-то защищаемый их уровень имеет меньшую по сравнению с другими размерами (длиной, шириной) высоту. Формула (2.12) используется для сооружений, установок или защищаемого уровня h_X , у которых высота больше других размеров (трубы, колонны, башни и т.д.), т.е. при отношении $\frac{h_X}{h} \geq 2,67$.

Если по каким-либо соображениям нужно определить высоту молниеотвода в данной его точке расположения по отношению к защищаемому уровню h_X при известной величине r_X , то значение r_X находят по формулам (2.11) и (2.12).

С увеличением высоты молниеотвода его эффективность снижается, поэтому зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой более 61 м (но не более 100 м) аналогична зоне защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 60 м, но основанием конуса является круг радиусом $r = 90$ м (см. рис. 2.40, б).

Радиус зоны защиты в этом случае определяется соотношением

$$r_X = 90 \left(1 - 1,25 \frac{h_X}{h} \right) \text{ при } 60 \leq h_X \leq \frac{2}{3} h; \quad (2.13)$$

$$r_X = 45 \left(1 - \frac{h_X}{h} \right) \text{ при } \frac{2}{3} h \leq h_X \leq 100. \quad (2.14)$$

Если требуется защитить объект, расположенный на местности с значительным уклоном, то зону защиты молниеотвода, установленного на склоне, можно построить способом, показанным на рис. 2.41.

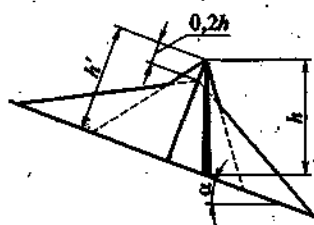


Рис. 2.41. Построение зоны защиты молниеотвода, установленного на местности с уклоном α

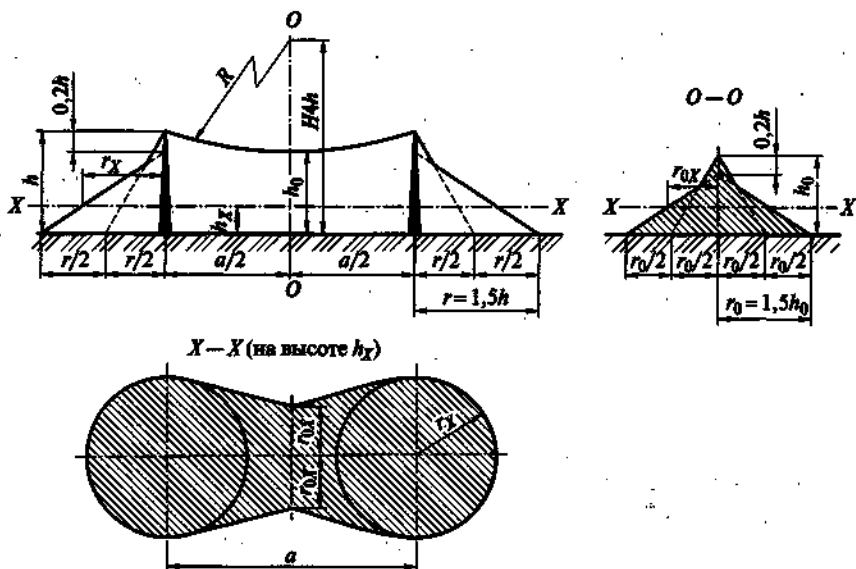


Рис. 2.42. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

Молниеотвод участвует в процессе разряда только своей верхней точкой, а поверхность земли в первом приближении может быть принята за плоскость нулевого потенциала, поэтому зона защиты строится относительно перпендикуляра высотой h' , опущенного из вершины молниеотвода на поверхность земли. Зона защиты молниеотвода вниз по склону оказывается уменьшенной, вверх по склону — увеличенной.

Зона защиты *двойного молниеотвода* высотой $h \leq 60$ м при расстоянии между молниеотводами, равном a , изображена на рис. 2.42. Зона защиты между двумя стержневыми молниеотводами имеет значительно большие размеры, чем сумма зон защиты двух одиночных молниеотводов.

Торцовые части зоны защиты определяют так же, как для одиночных молниеотводов. Границу зоны защиты между одиночными молниеотводами описывают сверху дугой окружности, проходящей через вершины этих молниеотводов с центром, находящимся на перпендикуляре, восстановленном из середины расстояния a на высоте $H = 4h$. Очертание зоны защиты в сечении вертикальной плоскостью по $O-O$ определяется по правилам и формулам, принятым для одиночного стержневого молниеотвода высотой h_0 . При этом вместо значений h , r и r_x вводятся соответственно значения h_0 , r_0 и r_{0x} .

Молниеотвод считается двойным при $a \leq 5h$, так как при этом $h_0 > 0$. При $a > 5h$ молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

При известных значениях h и a наименьшая высота зоны защиты в средней части между молниеотводами

$$h_0 = 4h - \sqrt{9h^2 + 0,25a^2}. \quad (2.15)$$

Высоту молниеотвода можно определить при известных h_0 и a по формуле

$$h = 0,571h_0 + \sqrt{0,183h_0^2 + 0,0357a^2}. \quad (2.16)$$

Зона защиты *одиночного тросового молниеотвода* высотой $h \leq 60$ м с расстоянием δ между опорами изображена на рис. 2.43. При этом принимается, что верхняя часть зоны защиты ограничена горизонтальной прямой, проведенной вдоль троса из точки его максимального провеса.

Торцовые части зоны защиты аналогичны торцовым частям двойного стержневого молниеотвода (см. рис. 2.42). Границы зоны защиты в вертикальном сечении, перпендикулярном тросу посередине между опорами, определяются так же, как и границы

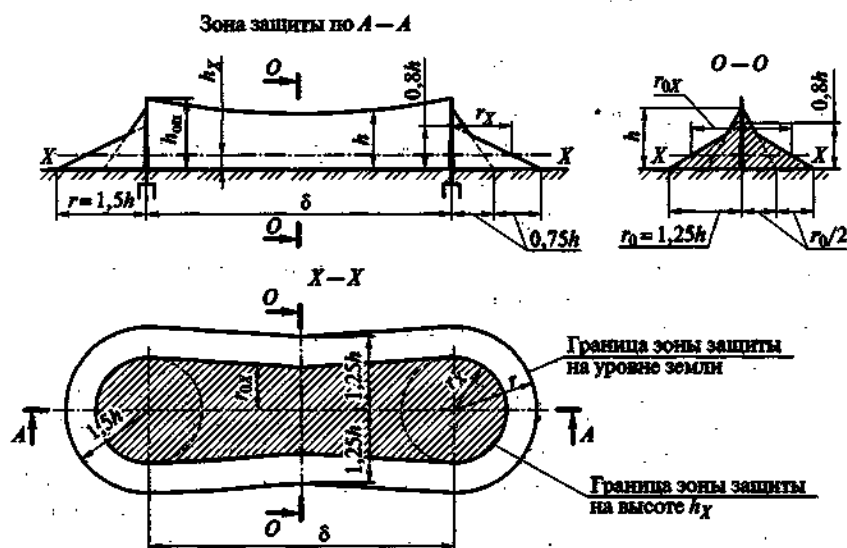


Рис. 2.43. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

зоны защиты двойного стержневого молниеотвода. Отличие зон защиты заключается лишь в том, что вместо $r_0 = 1,5h_0$ в последнем следует принимать $r_0 = 1,25h_0$ для тросового молниеотвода (где h — высота молниеотвода, равная расстоянию от земли до точки максимального провеса троса). Ширина площади, защищенной одиночным тросовым молниеотводом на уровне земли ($h_x = 0$), $2r_0 = 2 \cdot 1,25h$. При расчетах зоны защиты в сечении $O-O$ (см. рис. 2.43) следует пользоваться формулами (2.11) и (2.12), приняв коэффициент $k_3 = 1$.

Защищаемое здание должно находиться в зоне защиты троса и тогда, когда трос (вследствие нагрева летом) занимает наинизшее положение. Для обеспечения расчетной высоты тросового молниеотвода высота опор $h_{оп}$ должна быть выбрана с учетом стрелы провеса. Высота провеса для стального троса сечением 35...50 мм² должна быть принята 2 м для пролетов между опорами до 120 м и 3 м для пролетов 120...150 м. Высота $h_{оп}$ будет складываться из расчетной высоты молниеотвода h и принятой величины стрелы провеса троса.

Вертикальный разрез зоны защиты двойного тросового молниеотвода высотой $h \leq 60$ м показан на рис. 2.44, а, горизонтальное сечение в плоскости $X-X$ дано на рис. 2.44, б.

Средняя часть зоны защиты в вертикальном сечении $O-O$ сверху ограничивается дугой окружности, проходящей через оси торцов A и B . Эта дуга определяет наименьшую высоту зоны защиты h_0 , которая может быть вычислена по формуле

$$h_0 = 3h - \sqrt{4h^2 + 0,25a^2}, \quad (2.17)$$

где a — расстояние между опорами.

Радиус дуги, образующей верхнюю границу зоны и проходящей через вершины молниеотводов A и B :

$$R = H' - h_0 = 3h - h_0.$$

Минимальную высоту h при расчете молниеотвода определяют с учетом максимального провеса троса.

Два параллельных троса можно рассматривать как двойной тросовый молниеотвод, если $a \leq 4h$.

В электрических установках тросовые молниеотводы используются в основном для защиты проводов линий электропередачи. Средняя высота подвески проводов h_x составляет примерно 80 % высоты подвески защитных тросов, т.е. $h_x \approx 0,8h$ (рис. 2.45). В связи с этим определяют не зоны защиты, а так называемые углы защиты, т.е. углы между вертикальной линией и линией, соединяющей провод и трос на плоскости, перпендикулярной оси провода. В этом случае пользуются термином «вероятность

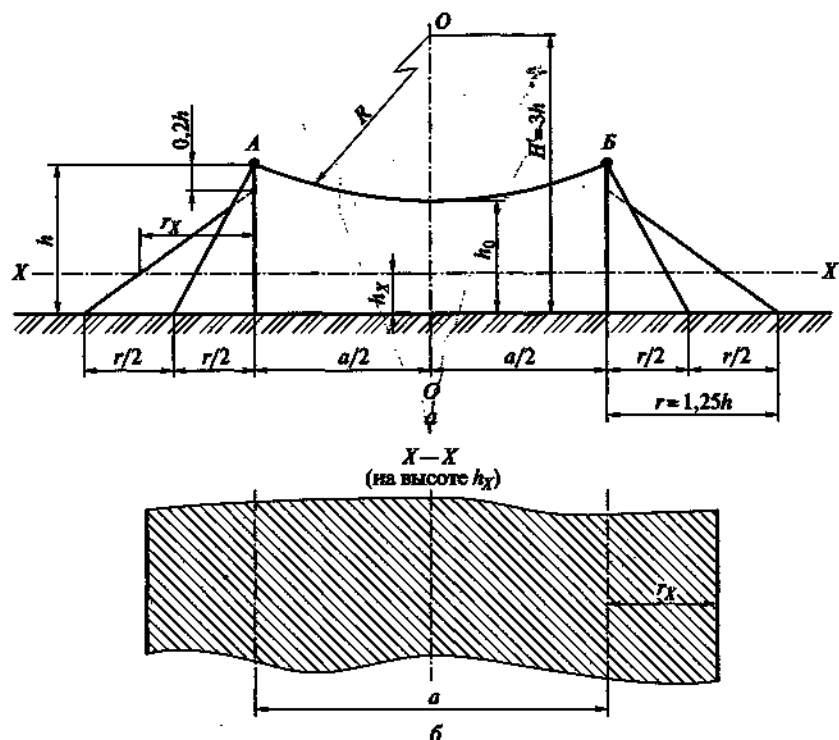


Рис. 2.44. Зона защиты двойного тросового молниеотвода:

a — вертикальный разрез зоны защиты; $б$ — горизонтальное сечение зоны защиты

прорыва молнии мимо тросов», под которой понимают отношение числа ударов молнии в провода, к общему числу ударов в линии электропередачи (провода, тросы и опоры). Определение вероятности прорыва — сложная задача. Однако можно сказать, что для линий электропередачи класса напряжений до 500 кВ достаточную надежность обеспечивают углы защиты $20 \dots 25^\circ$.

В зависимости от типа и требуемой высоты опоры отдельно стоящих молниеотводов могут быть выполнены из труб одного или разного диаметра (телескопические), мачт решетчатой конструкции, мачт в сочетании с трубчатыми стойками и т.д. Металлические молниеотводы, устанавливаемые на защищаемом сооружении, бывают двух типов: настенные и кровельные. Настенные молниеотводы закрепляются при помощи специальных кронштейнов, хомутов или скоб. Для установки стержневого молниеотвода на крыше его основание снабжают специальным опорным фланцем с ребрами жесткости. Иногда дополнительно ис-

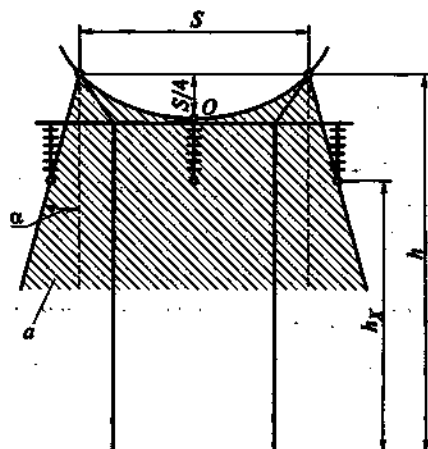


Рис. 2.45. Угол и зона защиты тросов на линии электропередачи:
 a — вертикальное сечение зоны защиты; h — высота подвески защитных тросов; h_x — средняя высота подвески защитных тросов; S — расстояние между торцами молниеотвода; α — угол защиты

пользуют оттяжки из угловой стали. Крепление к кровле производят при помощи болтов.

Опоры отдельно стоящих молниеотводов можно изготавливать в виде железобетонных конструкций самых разнообразных модификаций с предварительным напряжением всей или части продольной арматуры, с ненапряженной арматурой, а также из вибрированного или центрифугированного бетона. Опоры стержневых отдельно стоящих молниеотводов высотой 20...25 м можно выполнять из деревянных конструкций с применением железобетонных пасынков.

Молниеотводы рекомендуется выполнять в виде свободно стоящих конструкций без растяжек. Металлические опоры необходимо охарактеризовать для предохранения от коррозии, а деревянные опоры пропитывать антисептиками.

Молниеприемники стержневых молниеотводов изготавливают из стали различного профиля с антикоррозионной защитой; допускается также применение любого другого металла. Минимальная площадь сечения молниеприемника, рассчитанного на полную силу тока молнии, должна быть не менее 100 мм². Наиболее распространенным сортаментом стали для молниеприемников являются круглая сталь и реze — водогазопроводные трубы. Свободный конец трубы необходимо сплющить или плотно закрыть металлической пробкой. Молниеприемниками могут служить металлические конструкции защищаемых сооружений: дымовые и

другие трубы, дефлекторы (если через эти устройства не выбрасываются горючие пары), кровля и др. В качестве молниеприемника может быть использована специальная сетка из круглой (диаметром 6...8 мм) или плоской стали (узлы сетки сваривают), которую укладывают на кровлю, как правило, под слой гидро- и теплоизоляции, чтобы не препятствовать стоку атмосферных вод и снегоочистке. Для зданий I и II категорий площадь ячейки молниеприемной сетки должна быть не более 36 м^2 (например, размер ячейки $6 \times 6 \text{ м}$), для зданий III категории — не более 150 м^2 (например, размер ячейки 12×12 или $6 \times 24 \text{ м}$). Молниеприемник тросового молниеотвода следует выполнять из стального многопроволочного оцинкованного троса сечением не менее 35 мм^2 .

Для устройства токоотводов можно использовать сталь любого профиля — проволоку, полосу, уголок. Многопроволочный стальной трос по условиям коррозии применять не рекомендуется, если же он используется, то только в оцинкованном виде. Минимальное сечение токоотводов из прямоугольной и угловой стали должно быть не менее 48 мм^2 , а диаметр стальной проволоки или троса — не менее 6 мм.

Для защиты стальных токоотводов от коррозии их оцинковывают, омедняют, освинцовывают, эмалируют (в зависимости от разрушающего характера загрязнений воздуха) или окрашивают масляной краской. Окраска контактных поверхностей недопустима, поэтому контактные поверхности, соединяемые болтами, рекомендуется лудить. Количество соединений в токоотводах следует ограничивать, причем соединения эти должны быть механически прочными и иметь надежный электрический контакт. Между собой и с молниеприемником токоотводы соединяют, как правило, сваркой, а с заземлителем — только сваркой.

В качестве токоотводов можно использовать металлические конструкции защищаемых сооружений: колонны, рамы, пожарные лестницы, стенки резервуаров, арматуру железобетонных элементов, металлические направляющие лифтов и др. При использовании таких токоотводов необходимо соблюдать условия непрерывной металлической связи в соединениях, которые обычно выполняют сваркой.

Токоотводы следует прокладывать от молниеприемника к заземлителю снаружи зданий и по кратчайшим путям. Они должны хорошо просматриваться с земли. На всем протяжении токоотводы не должны образовывать петель или острых углов. В противном случае при ударах молнии возможны пробой между разными точками токоотводов, а также обрывы под действием электродинамических сил, возникающих при протекании по токоотводам тока молнии. В местах соединения токоотводов с заземлителем для периодического контроля сопротивления заземлителя

устанавливают снаружи здания или сооружения на высоте 1... 1,5 м от земли специальные болтовые разъемы. Они необходимы только в тех случаях, когда несколько токоотводов, присоединенных к самостоятельным заземлителям, окажутся металлически связанными между собой (например, при металлической кровле, молниеприемнике-сетке).

При проектировании молниезащитных устройств используют различные виды заземлителей, отличающиеся друг от друга по форме электродов и расположению их в грунте:

- вертикальные заземлители изготавливают из вертикально ввинчиваемых стержней круглой стали, из стержней угловой стали или из некондиционных стальных труб, забиваемых в землю;

- горизонтальные заземлители изготавливают из полосовой, круглой, угловой стали или стали других профилей и укладывают в верхних слоях грунта;

- комбинированные заземлители изготавливают из вертикальных и горизонтальных заземлителей, объединенных в общую систему;

- углубленные заземлители изготавливают из полосовой или круглой стали и укладывают горизонтально на дно котлована в виде протяженных элементов или контуров по периметру фундамента.

Вертикальные заземлители длиной 2... 3 м применяют чаще всего при глинистом и смешанном грунте с наличием грунтовых вод на небольшой глубине. При высокой проводимости нижних слоев грунта и низком уровне грунтовых вод рекомендуются удлиненные электроды 4... 6 м. Наиболее ходовым сортаментом для изготовления электродов являются круглая сталь диаметром 15... 20 мм, угловая сталь с шириной полок 50... 60 мм и толщиной не менее 4 мм и трубы с наружным диаметром 30... 60 мм и толщиной стенки не менее 3,5 мм. Трубы применяются в редких случаях и при условии их непригодности для дальнейшего использования по назначению. Электроды таких заземлителей забивают в грунт на глубину 0,5... 0,8 м от поверхности земли.

Горизонтальные заземлители применяют обычно в местах с постоянно влажными верхними слоями грунта или там, где выполнение углубленных заземлителей затруднительно. Полосовые заземлители изготавливают из стали любого профиля сечением не менее 80 мм² (например, полоса 20×4 или 25×4 мм) и укладывают на глубину 0,6... 0,8 м от поверхности земли в виде одного луча или пучка лучей, расходящихся из одной точки. Длина каждого луча от места присоединения токоотвода (ввода тока молнии) не должна превышать 25... 30 м. Электроды заземлителей соединяют сваркой между собой и с токоотводами.

Для заземлителей большое значение имеет сопротивление растеканию тока молнии R_n (импульсное сопротивление заземлителя), причем R_n может существенно отличаться от сопротивления растеканию тока промышленной частоты R_{Σ} , особенно в грунтах с удельным сопротивлением не менее $5 \cdot 10^2$ Ом · м. Эти сопротивления связаны соотношением

$$R_n = \alpha_n R_{\Sigma}, \quad (2.17)$$

где α_n — импульсный коэффициент, связывающий сопротивление заземлителя при промышленной частоте с его импульсным сопротивлением.

Отличие R_n от R_{Σ} определяется особенностями токов молнии: большей крутизной фронта, амплитудой и кратковременностью. Так как при растекании токов молнии плотность их велика, вблизи поверхности заземлителя напряженность электрического поля достигает пробивной напряженности грунта. Образуется зона искрения, как бы увеличивающая диаметр заземлителя. При этом сопротивление заземлителя уменьшается. Эффект искрообразования учитывается импульсным коэффициентом α_n , величина которого заметно меньше в грунтах с высоким удельным сопротивлением. Это благоприятное явление особенно проявляется у вертикальных и горизонтальных заземлителей небольшой длины (до 10 м), для которых $\alpha_n < 1$.

На практике для заземлителей молниеотводов расчет импульсного сопротивления может не производиться. Эквивалентная величина импульсного сопротивления заземлителя R_n может быть оценена по величине R_{Σ} с учетом удельного сопротивления грунта (табл. 2.13).

Таблица 2.13

Импульсное сопротивление заземлителей

Импульсное сопротивление заземлителей, Ом	Предельно допустимые сопротивления заземлителей, замеренные на переменном токе, Ом, в зависимости от удельного сопротивления грунта, Ом · м			
	До 10^2	$5 \cdot 10^2$	10^3	10^3 и более
5	5	7,5	10	15
10	10	15	20	30
20	20	30	40	60
30	30	45	60	90
40	40	60	80	120
50	50	75	100	150

Эксплуатация молниезащитных устройств предусматривает наряду с текущим ремонтом периодические осмотры (ревизии) и предупредительные ремонты.

Цели ревизии:

- проверить надежность электрической связи между токоведущими элементами (мест сварки, болтовых и прочих соединений);
- выявить элементы в защитных устройствах, требующие замены или усиления из-за механических повреждений;
- определить степень разрушения коррозией отдельных элементов молниезащиты и принять меры по антикоррозионной защите и по усилению элементов, поврежденных коррозией;
- проверить соответствие молниезащитных устройств категории здания или установки;
- измерить сопротивление (при токе промышленной частоты) всех заземлителей молниезащиты не реже 1 раза в 2 года, а при повышении сопротивления заземлителя больше чем на 20 % по сравнению с допустимым (расчетным) принять меры по доведению сопротивления заземлителей до требуемых величин.

На основании ревизий определяют объемы предупредительного ремонта устройств молниезащиты, который должен быть закончен к началу грозового сезона (обычно март для южных и апрель для центральных районов Российской Федерации). Мелкие текущие ремонты молниезащитных устройств могут производиться во время грозового сезона, а капитальные ремонты — в негрозовое время года.

Контрольные вопросы

1. Какие характеристики проектируемого промышленного предприятия регламентируются в СНиПах?
2. Назовите основные требования охраны труда к организации и проведению производственных процессов.
3. Какие требования охраны труда предъявляются к производственному персоналу?
4. Назовите основные источники механических и электрических опасностей на производстве.
5. Назовите основные виды СКЗ от механических и электрических опасностей.
6. Как регламентируется организация погрузочно-разгрузочных работ на предприятии?
7. Как проводится полное техническое освидетельствование грузоподъемного крана?
8. Назовите основные правила безопасности при пользовании баллонами со сжиженными газами.
9. Что такое пожар и какие виды средств тушения пожара применяются в промышленности?

10. Какие меры пожарной профилактики должны предусматриваться при проектировании и строительстве предприятия?

11. Из каких элементов состоит молниесвод и как обеспечивается его защитное действие?

12. Назовите классы электроопасности производственных помещений.

13. Назовите основные меры защиты производственного персонала от поражения электрическим током.

14. Изложите принцип действия защитного заземления.

Глава 3

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

3.1. Защита персонала предприятия от опасных и вредных излучений

Источником *электромагнитных полей промышленной частоты* являются токоведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, что выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Оценка *опасности* воздействия электромагнитного поля на человека производится по величине *электромагнитной энергии*, поглощаемой телом человека, с учетом *электрической и магнитной напряженности* поля. Практически при обслуживании даже мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность значительно ниже ее опасного уровня (в 8 раз), поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля достаточно производить по величине электрической напряженности поля. В соответствии с ГОСТ 12.1.002—84 нормы допустимых уровней напряженности электромагнитных полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Присутствие персонала на рабочем месте в течение 8 ч допускается при напряженности, не превышающей 5 кВ/м; при значениях напряженности электромагнитного поля $E = 5 \dots 20$ кВ/м время допустимого пребывания в рабочей зоне, ч:

$$T = \frac{50}{E} - 2.$$

Работа в условиях облучения электромагнитным полем напряженностью 20...25 кВ/м продолжается не более 10 мин.

Основными видами средств *защиты* от воздействия электромагнитного поля токов промышленной частоты являются стаци-

онарные или переносные заземленные экранирующие устройства.

Стационарное экранирующее устройство — это составная часть электроустановки в виде козырька, навеса или перегородки из металлических канатов, прутков, сеток, предназначенная для защиты персонала в открытых распределительных устройствах и в воздушных линиях электропередачи при осмотре оборудования и оперативном наблюдении за производством работ.

Переносные экраны, также используемые при работах по обслуживанию электроустановок, бывают в виде съемных козырьков, навесов, перегородок, палаток, щитов.

Наряду со стационарными и переносными экранирующими устройствами применяются индивидуальные экранирующие комплекты. В состав комплекта входят спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, а также рук и лица. Составные элементы комплектов объединяются в единую электрическую цепь и через обувь или с помощью специального проводника со струбиной обеспечивают качественное заземление.

Ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) — это электромагнитные волны с длиной волны $0,0136 \dots 0,4$ мкм. Различают три участка спектра УФ-излучения, имеющих различную биологическую активность:

- с длиной волны $0,4 \dots 0,315$ мкм — оказывает слабое биологическое воздействие;
- с длиной волны $0,3154 \dots 0,28$ мкм — оказывают сильное воздействие на кожу и обладают противорахитичным действием;
- с длиной волны $0,28 \dots 0,2$ мкм — оказывает бактерицидное действие.

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, зуд. При воздействии повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему характерны головная боль, тошнота, головокружение, повышенная температура тела, повышенная утомляемость, нервное возбуждение и т.д.

Ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее $0,32$ мкм, действуя на глаза, вызывают заболевание, называемое электроофтальмией. Человек уже на начальной стадии этого заболевания ощущает резкую боль и «песок в глазах», ухудшение зрения, головную боль. Заболевание сопровождается обильным слезотечением, иногда светобоязнью и поражением роговицы, быстро проходит (через один-два дня), если не продолжается воздействие УФ-излучения.

При нормировании допустимых доз УФ-излучения учитывается необходимость ограничений при воздействии больших интенсивных доз и в то же время обеспечения необходимых доз для предотвращения УФ-недостаточности.

Оценка опасности облучения производится по величине эритемной дозы. За единицу эритемной дозы принят 1 эр, равный 1 Вт мощности УФ-излучения с длиной волны 0,297 мкм. Для профилактики достаточна приблизительно десятая часть эритемной дозы ($60 \dots 90 \text{ мкэр} \cdot \text{мин/см}^2$).

Источниками УФ-излучения являются электрическая дуга, автогенная сварка, плазменная резка и напыление; лазерные установки, газоразрядные лампы, ртутно-кварцевые лампы, радиолампы, ртутные выпрямители и др.

Для защиты от УФ-излучения применяются коллективные и индивидуальные способы и средства:

- экранирование источников излучения и рабочих мест;
- удаление обслуживающего персонала от источников УФ-излучения (защита расстоянием — дистанционное управление);
- рациональное размещение рабочих мест;
- специальная окраска помещений;
- СИЗ и предохранительные средства (пасты и 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 УФ-излучения.

К СИЗ от УФ-излучения относятся термозащитная спецодежда, рукавицы, спецобувь, защитные каски, защитные очки и щитки со светофильтрами.

Измерение интенсивности и спектра УФ-излучения производится с помощью УФ-дозиметров и инфракрасных спектрометров ИКС-10, ИКС-12 и ИКС-14.

Для инфракрасного (теплого) излучения характерны электромагнитные волны с длиной волны $0,76 \dots 420 \text{ мкм}$. Инфракрасное излучение (ИК-излучение) генерируется любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии.

Нагретые тела, имеющие температуру выше 100°C , являются источниками коротковолнового инфракрасного излучения с длиной волны $0,7 \dots 9 \text{ мкм}$. С уменьшением температуры нагретого тела ($50 \dots 100^\circ\text{C}$) ИК-излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

Источником ИК-излучения в производственных условиях являются открытое пламя; расплавленный и нагретый металл, материалы; нагретые поверхности стен, оборудования; источники искусственного освещения, различные виды сварки и др.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность ИК-излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое ИК-излучение (0,76...1,4 мкм). Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи.

Большая проникающая способность коротковолнового излучения вызывает непосредственное воздействие на жизненно важные органы человека (мозговые оболочки, мозговую ткань и др.), поэтому существует опасность его воздействия вплоть до «солнечного удара».

При воздействии на глаза наибольшую опасность представляет коротковолновое излучение, возможное последствие — появление инфракрасной катаракты.

Потенциальная опасность облучения оценивается по величине плотности потока энергии ИК-излучения. Эту же величину используют для нормирования допустимой облученности на рабочих местах, которая не должна превышать 350 Вт/м. При этом ограничивается температура нагретых поверхностей: Если температура источника теплоты не превышает 373 К (100 °С), то поверхность оборудования должна иметь температуру не выше 308 К (35 °С), а при температуре источника выше 373 К (100 °С) — не выше 318 К (45 °С).

Допустимые значения интенсивности ИК-излучения приведены в табл. 3.1 [20].

Основные мероприятия, направленные на снижение опасности воздействия ИК-излучения, состоят в следующем: снижение интенсивности источника, защитное экранирование источника или рабочего места, использование СИЗ, лечебно-профилактические мероприятия.

Снижение интенсивности ИК-излучения источника достигается выбором технологического оборудования, обеспечивающе-

Таблица 3.1

Допустимые значения интенсивности инфракрасного излучения, Вт/м², в зависимости от максимальной длины волны излучения источника $\lambda_{\max}$ и площади облучаемой поверхности тела

$\lambda_{\max}$, мкм	Облучаемая поверхность тела	
	До 0,4 м ²	До 0,2 м ²
1,5	35	65
3,0	50	100
4,5	75	140
6,0	50	100

го минимальные излучения; заменой устаревших технологических схем современными (например, замена пламенных печей на электрические); рациональной компоновкой оборудования, с помощью которой обеспечивается минимум нагретых поверхностей.

Наиболее распространенные СКЗ от ИК-излучения: ограждающие, герметизирующие, теплоизолирующие, средства вентиляции, а также средства автоматического контроля и сигнализации. Примером ограждающих устройств являются конструкции, состоящие из одной или нескольких полированных отражающих пластин, охлаждаемых естественным или принудительным способом.

Локализация (герметизация) источников ИК-излучения осуществляется с помощью экранов из металлического листа; укрывающего набора труб, по которым под напором движется вода; сварных заслонок, футерованных огнеупорными материалами (асбестом, вермикулитовыми или перлитовыми плитами и др.).

Целью расчета теплоизоляции является определение толщины слоя теплоизолирующего материала для обеспечения нормируемой температуры (35 или 45 °C) наружной поверхности оборудования и температуры воздуха в рабочей зоне.

Толщина слоя теплоизоляции $\delta_{\text{изол}}$, м:

$$\delta_{\text{изол}} = \lambda_{\text{изол}} \left(\frac{1}{K} - \frac{1}{\alpha} - \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} \right), \quad (3.1)$$

где $\lambda_{\text{изол}}$ — коэффициент теплопроводности изолирующего материала, Вт/(м · °C): для асбеста листового — 0,12; для асбеста волокнистого — 0,11; для войлока шерстяного — 0,05; для глины огнеупорной — 1,04; для кирпича изолирующего — 0,14; для кирпича строительного — 0,23 ... 0,3; для ваты стеклянной — 0,04; K — коэффициент теплопередачи, Вт/(м · °C); α — суммарный коэффициент теплоотдачи от изолируемой стенки к воздуху, Вт/(м² · °C); $\delta_{\text{ст}}$ — толщина изолируемой стенки оборудования, м; $\lambda_{\text{ст}}$ — коэффициент теплопроводности изолируемой стенки оборудования, Вт/(м² · °C): для алюминия — 204; для бронзы — 45,4; для чугуна — 63,0.

Коэффициент теплопередачи определяют по формуле

$$K = \frac{q}{t_{\text{вн}} - t_{\text{в}}}, \quad (3.2)$$

где q — количество теплоты, отдаваемое единицей поверхности тела в единицу времени в окружающую среду, Вт/м²; $t_{\text{вн}}$ — температура внутри оборудования, °C; $t_{\text{в}}$ — температура воздуха в помещении, °C (норма);

$$q = \alpha(t_{из} - t_n), \quad (3.3)$$

где $t_{из}$ — требуемая температура на изолируемой поверхности, °C;

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_\lambda, \quad (3.4)$$

где α_k — коэффициент теплоотдачи конвекцией от изолированной стенки к воздуху, Вт/(м²·°C):

$$\alpha_k = \frac{Nu\lambda}{L}, \quad (3.5)$$

где Nu — критерий Нуссельта, принимают равным 260,5; λ — коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м·°C): при температуре воздуха 10 °C — 0,0251; при 20 °C — 0,0259; при 30 °C — 0,0267; при 40 °C — 0,0276; при 50 °C — 0,0283; L — характерный размер тела (оборудования), м (для цилиндра — диаметр; для горизонтального параллелепипеда — ширина; для вертикального параллелепипеда — высота); α_λ — коэффициент теплопередачи от изолируемой стенки к воздуху путем лучеиспускания, Вт/(м²·°C):

$$\alpha_\lambda = \frac{5,7\varepsilon \left[\left(\frac{T_{вн}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{из}}{100} \right)^4 \right]}{T_{вн} - T_{из}}, \quad (3.6)$$

где ε — степень черноты тела: для алюминия полированного — 0,04...0,062; для алюминия шероховатого — 0,06...0,07; для стали листовой шлифованной — 0,52...0,61; для стали окисленной шероховатой — 0,023; для чугуна шероховатого — 0,95; для чугуна полированного — 0,11; для чугуна окисленного — 0,64...0,78; для чугуна расплавленного — 0,28...0,29; для чугунного литья — 0,81; для асбестового материала — 0,78...0,96; для воды — 0,95...0,98; для глины обожженной — 0,91; для кирпича — 0,65...0,93; для кирпичной кладки оштукатуренной — 0,94; для красок масляных различных цветов — 0,92...0,96; для красок алюминиевых — 0,2...0,67; для лака черного матового — 0,96...0,98; для черного блестящего, распыленного по металлу лака — 0,87...0,88; для белого жаропрочного лака — 0,8...0,95; для стекла обычного — 0,91...0,94; для стекла матового — 0,96; для цемента — 0,54; для штукатурки шероховатой — 0,91...0,93; $T_{вн}$ — температура внутри оборудования, К, $T_{вн} = 273 + t_{вн}$; $T_{из}$ — требуемая температура на изолируемой поверхности, К, $T_{из} = 273 + t_{из}$.

Подставив величины $\lambda_{изол}$, K , α , $\delta_{ст}$, $\lambda_{ст}$ в базовое уравнение (3.1), определяем толщину слоя теплоизоляции $\delta_{изол}$, обеспечива-

ющую нормируемую величину температуры на поверхности оборудования, нормируемую интенсивность теплового излучения.

Средства индивидуальной защиты от ИК-излучения предназначены для защиты глаз, лица и тела.

Для защиты глаз и лица используются очки со светофильтрами и щитки.

При осуществлении сварочных работ, газовой и плазменной резки, в процессе работы у металлургических, стекловаренных и нагревательных печей, у прокатных станков, ковочных прессов, а также в условиях интенсивной солнечной радиации необходимо использовать средства защиты глаз.

В качестве экранов используются стеклянные светофильтры: круглые и прямоугольные — для защитных очков, прямоугольные — для щитков. Светофильтры изготавливают из темного (ТС) и синего (СС) стекла.

Тип светофильтра, который необходимо применять в конкретных условиях работы, определяется в зависимости от свойств пропускания и оптической плотности светофильтра для различных участков спектра электромагнитных волн. Учитывая, что оценка фактических условий облучения электромагнитными волнами является трудоемким процессом, рекомендуется выбор марки светофильтра производить на основе оценки косвенных показателей (например, силы тока, расхода ацетилена, кислорода и др.).

Для электрогазосварочных и вспомогательных работ рекомендуется использовать светофильтры из темного стекла, марка которого определяется в зависимости от условий работ. Так, для работ на открытых площадках при интенсивной солнечной радиации рекомендованы светофильтры В-1. Светофильтры В-1 и В-2 необходимо использовать при вспомогательных электросварочных работах в помещении, светофильтры В-3 и Г-1 — при газовой сварке и для вспомогательных работ на открытых площадках при электросварке. Для газосварщиков рекомендованы светофильтры Г-2 и Г-3, которые используются соответственно при сварке и резке средней и большой мощности.

Светофильтры Э-1, Э-2, Э-3, Э-4, Э-5 должны использоваться электросварщиками при силе тока 30...75; 75...200; 200...400; 400...500 и выше 500 А соответственно.

Дуговые методы электросварки также характеризуются различным спектром и интенсивностью электромагнитного излучения, зависящими от используемых материалов и режима сварки.

Для различных условий дуговой сварки рекомендуются светофильтры С-1 — С-13 [40].

Для производства работ с помощью газовой сварки и кислородной резки рекомендуются светофильтры из темного стекла, марка которых будет зависеть от расхода ацетилена и кислорода.

Например, при расходе ацетилена или кислорода соответственно 70 ... 200 и 900 ... 2 000 л/ч рекомендуется светофильтр С-2. В других случаях применяются светофильтры марок С-1, С-3, С-4.

Для прокатных, плавильных и других подобных работ рекомендуются следующие светофильтры из темного и синего стекла: СМ, М — для работ у плавильных печей при температуре наблюдаемой поверхности 1 500 и 1 500 ... 1 800 °С соответственно; НКП, Д-1 — для работ у нагревательных печей, кузнечных горнов, прокатных станов; П-1, П-2 — для работ у плавильных печей (кроме доменных) при температуре наблюдаемых поверхностей до 1 200 и 1 200 ... 1 500 °С соответственно.

Работа у доменных печей должна производиться с использованием светофильтров Д-2 и Д-3.

Защита поверхности тела от переоблучения инфракрасными электромагнитными волнами осуществляется с помощью спецодежды, вид которой зависит от специфики выполняемых работ (для сварщика при высокой температуре окружающего воздуха — из полутьняной пропитанной парусины; при нормальных метеорологических условиях или пониженной температуре окружающей среды — из льняной пропитанной парусины).

Лечебно-профилактические мероприятия предусматривают организацию рационального режима труда и отдыха и организацию регулярных периодических медицинских осмотров.

Длительность и частота перерывов определяется с учетом интенсивности излучения и тяжести работ. Отдых происходит в специально оборудованных местах, где обеспечиваются благоприятные метеорологические условия. Регламентируется также длительность разового облучения.

В настоящее время техносфера практически пронизана электромагнитными излучениями радиочастотного диапазона. Их источниками являются линии питания высокочастотной энергией, высокочастотные трансформаторы, индукторы, генераторные установки, радиолокационные станции и радиопередатчики, установки высокочастотной термической обработки, высокочастотные установки для нагрева металла и диэлектриков и т. д.

Электромагнитные поля радиочастот имеют диапазон длин волн от 3 км до 1 мм: высокие частоты (ВЧ) — длины волн от 3 км до 10 м, ультравысокие частоты (УВЧ) — от 10 до 1 м, сверхвысокие частоты (СВЧ) — от 1 м до 1 мм. По субъективным ощущениям и объективным реакциям организма человека не наблюдается особых различий при воздействии всего диапазона радиоволн ВЧ, УВЧ, СВЧ, но наиболее характерны проявления и неблагоприятные последствия воздействия СВЧ электромагнитных волн.

Наиболее характерными при воздействии радиоволн всех диапазонов являются отклонения от нормального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем человека. К субъективным ощущениям относятся частая головная боль, сонливость или бессонница, вялость, слабость, утомляемость, рассеянность, головокружение и др. Следует добавить мутагенное действие, а также временную стерилизацию при облучении с интенсивностями выше теплового порога.

Для оценки потенциальных неблагоприятных воздействий электромагнитных волн приняты *допустимые энергетические характеристики электромагнитного поля* для различных диапазонов частот.

Электромагнитные поля в диапазоне частот от 60 кГц до 300 МГц оцениваются по *напряженности электрической и магнитной составляющих*, а в диапазоне от 300 МГц до 30 ГГц — по *поверхностной плотности потока энергии* (ППЭ) и создаваемой им *энергетической нагрузке* (ЭН). Энергетическая нагрузка вычисляется как произведение ППЭ на T , т.е. является суммарным потоком энергии, приходящимся на единицу облучаемой поверхности за время облучения T . Допустимые значения напряженности электрического и магнитного полей регламентируются СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383—03 и СанПиН 2.2.4.1191—03. Допустимые значения — предельно допустимый уровень (ПДУ) — $ППЭ_{пду}$, Вт/м², рассчитывают исходя из нормативных значений $ЭН_{пду}$, Вт · ч/м², за рабочий день:

$$ППЭ_{пду} = \frac{ЭН_{пду}}{T},$$

где T — время воздействия электромагнитного поля за рабочую смену, ч.

Величина $ЭН_{пду}$ регламентируется СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383—03 и СанПиН 2.2.4.1191—03.

Независимо от времени воздействия за смену $ППЭ_{пду}$ не должна превышать 10 Вт/м².

Для обеспечения безопасности работ с источниками электромагнитных волн производится систематический контроль фактических значений нормируемых параметров на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала. Контроль осуществляется измерением напряженности электрического и магнитного поля, а также измерением ППЭ по действующим методикам.

Защита персонала от воздействия радиоволн применяется при всех видах работ, если условия работы не удовлетворяют требованиям норм. Эта защита осуществляется следующими способами и средствами:

- использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии;

- экранирование рабочего места и источника излучения отражающими и поглощающими экранами или увеличение расстояния от рабочего места до источника излучения;

- подбор рациональных режимов работы оборудования и режима труда персонала;

- применение средств предупредительной защиты;

- применение делителей мощности, волноводных ослабителей мощности;

- применение специальной одежды.

Мощные источники ВЧ, УВЧ, СВЧ создают опасность облучения работников, находящихся в смежных с основными помещениями, поэтому и там необходимы обычные и специальные защитные мероприятия.

Снижение напряженности электромагнитного поля в рабочей зоне достигается и за счет правильного размещения рабочего места. С учетом экранирования рабочее место располагается в определенных местах и на необходимом удалении от источника излучения, с тем чтобы предотвратить переоблучение персонала. Управление работой установок производится дистанционно из экранированных камер или отдельных помещений. Таким способом обслуживаются установки индуктотермии, мощные радиопередатчики. При выборе места расположения пульта управления учитываются направление распространения и распределение радиоволн. Рабочее место обычно располагается в зоне минимальной интенсивности электромагнитного поля. Конечным звеном в цепи инженерных средств защиты от воздействия электромагнитных волн являются СИЗ. В настоящее время вследствие неудобств конструкций они используются только в некоторых случаях (при проходе через особо опасные зоны, при ремонтных работах, в аварийных ситуациях, а также при кратковременных настраиваемых и измерительных работах).

Среди большого разнообразия *ионизирующих излучений* в промышленности встречаются α -, β - и нейтронное излучение, которые являются корпускулярными (потоки частиц), а также γ - и рентгеновское излучение, представляющие собой электромагнитные волны высокой частоты.

Источниками ионизирующих излучений в промышленности могут быть высоковольтные электровакуумные установки, установки рентгеновского анализа, радиобизотопные термоэлектрические генераторы, радиационные приборы (дефектоскопы, плотномеры, влагомеры, измерители и сигнализаторы уровня жидкости) и другие устройства.

Количество ионизирующего излучения в охране труда оценивается дозой и мощностью дозы. Различают экспозиционную, поглощенную и эквивалентную дозы облучения [26].

Экспозиционная доза характеризует излучение по эффекту ионизации и выражает энергию излучения, преобразованную в кинетическую энергию заряженных частиц в единице массы атмосферного воздуха. В СИ экспозиционная доза выражается в кулонах на килограмм (Кл/кг). Внесистемной единицей экспозиционной дозы γ - или рентгеновского излучения является рентген (Р), 1 Р соответствует образованию $2,1 \cdot 10^9$ пар ионов в 1 см^3 воздуха при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст. ($1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$).

Поглощенная доза $D_{\text{пол}}$ дает количественную оценку действия, производимого любым ионизационным излучением в любом облученном веществе, и показывает, какое количество энергии излучения поглощено в единице массы облучаемого вещества. За единицу поглощенной дозы в СИ принят грэй (Гр), 1 Гр равняется дозе излучения, при которой в 1 кг вещества поглощается энергия, равная 1 Дж. Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад — энергия в 100 эрг, поглощенная в 1 г вещества: 1 рад = 0,01 Гр.

Эквивалентная доза $D_{\text{экв}}$ служит для оценки радиационной опасности облучения человека от разных видов излучения и определяется как произведение поглощенной дозы на коэффициент качества излучения K :

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{пол}} K.$$

Коэффициент качества излучения K дает количественную оценку биологического действия каждого вида излучения, которая зависит от его ионизирующей способности:

	K
γ - и рентгеновское излучение	1
β -излучение	1
Нейтроны с энергией до 20 кэВ	3
Нейтроны с энергией 0,1...10 МэВ	10
α -излучение	20

Для излучений, K которых равен 1, т.е. для γ -, β - и рентгеновского, значения поглощенной и эквивалентной доз будут равны.

В СИ эквивалентная доза измеряется в зивертах (Зв), внесистемной единицей служит бэр (биологический эквивалент рада); 1 Зв = 100 бэр.

Мощность дозы показывает, какую дозу облучения получает среда за единицу времени. Большинство дозиметрических приборов измеряет мощность экспозиционной дозы. По ее значению можно судить об изменении интенсивности излучения. В СИ единицей мощности экспозиционной дозы является ампер на кило-

грамм (А/кг), мощности поглощенной дозы — грэй в секунду (Гр/с), мощности эквивалентной дозы — зиверт в секунду (Зв/с). Внесистемными единицами служат соответственно рентген в секунду (Р/с), рад в секунду и бэр в секунду.

В нашей стране действуют Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009), опубликованные в 2009 г. Эти нормы определяют предельно допустимую дозу (ПДД) как «наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за календарный год, при котором равномерное облучение в течение 50 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами». Допустимые уровни облучения установлены для трех категорий лиц.

К категории А относятся профессиональные работники, постоянно или временно работающие непосредственно с источниками ионизирующих излучений; для них установлена ПДД.

К категории Б относится ограниченная часть населения, которая не работает непосредственно с источниками радиоактивного излучения, но по условиям проживания или профессиональной деятельности может подвергаться действию радиоактивных веществ; для категории Б устанавливается предельная доза (ПД) облучения.

В категорию В включено остальное население страны.

Степень поражения человека зависит не только от вида, но и от характера облучения. Различают внешнее облучение человека, когда источник излучения размещается вне организма, внешне по отношению к человеку, и внутреннее облучение, когда радиоактивная пыль или аэрозоль вместе с воздухом или пылью попадают во внутренние органы человека, становясь источником излучения и создавая повышенную опасность для человека.

По степени радиочувствительности органы человека подразделяют на три группы (критические органы):

I группа — гонады, костный мозг;

II группа — мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза и другие органы;

III группа — кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, лодыжки и стопы.

Допустимые пределы суммарного радиационного облучения согласно НРБ-99/2009, представлены в табл. 3.2.

При отсутствии источника внешнего излучения ПДД определяется внутренним облучением, которое ограничивается годовым предельно допустимым поступлением (ПДП) радиоактивных веществ в организм человека, для отдельных лиц из населения (категории Б) — предельное годовое поступление (ПГП). Исходя из этих величин определяется среднегодовая допустимая концентра-

Таблица 3.2

Допустимые пределы радиационного облучения, бэр

Категория лиц	Группа критических органов					
	I		II		III	
	Год	Неделя	Год	Неделя	Год	Неделя
Категория А (ПДД)	5	0,1	15	0,3	30	0,6
Категория Б (ПД)	0,5	0,01	1,5	0,03	3	0,06

Примечание. ПДД — предельно допустимая доза, ПД — предельная доза.

ция (ДК), Бк/л*, данного радиоактивного вещества в атмосферном воздухе или воде:

$$ДК_A = \frac{ПДП}{2,5 \cdot 10^6} \cdot 3,7 \cdot 10^6;$$

$$ДК_B = \frac{ПГП}{7,3 \cdot 10^6} \cdot 3,7 \cdot 10^{10},$$

где $2,5 \cdot 10^6$ и $7,3 \cdot 10^6$ — соответственно средние объемы воздуха, вдыхаемого за год профессиональным работником (категория А) и взрослым человеком (категория Б), л/год.

Величины ДК, ПДП, ПГП для 245 радиоактивных изотопов приведены в НРБ-99/2009.

Меры снижения опасности биологического воздействия ионизирующих излучений включают в себя комплекс мероприятий, снижающих суммарную дозу от всех источников внутреннего и внешнего облучения до уровня, который не превышает ПДД. Основные положения об организации работ и защитных мероприятий при использовании источников ионизирующих излучений установлены в Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99).

Методы защиты от воздействия ионизирующих излучений принципиально однотипны. В то же время при выборе технических средств защиты необходимо учитывать, в каких условиях работает человек (при внешнем или внутреннем облучении).

Защита от внешнего облучения предусматривает создание таких защитных ограждений, которые бы снижали дозу внешнего облучения до предельно допустимых значений. Ограждения мо-

* Бк — беккерель, 1 Бк = $2,7 \cdot 10^{11}$ Кл.

гут быть выполнены стационарными или передвижными. К стационарным ограждениям относятся защитные стены, перекрытия пола и потолка, двери, смотровые окна и др. Передвижные защитные ограждения — это различного типа ширмы, экраны, тубусы, диафрагмы, контейнеры для хранения и транспортировки радиоактивных веществ.

Использование защитных ограждений обязательно, если мощность дозы, измеренная на расстоянии 0,1 м от источника, превышает 10^3 мЗв/ч.

В первую очередь при выборе защитных сооружений учитываются спектральный состав излучения, его интенсивность, а также расстояние от источника и время пребывания под воздействием излучений.

Вследствие малых пробегов α - и β -частицы не представляют серьезной опасности как источники внешнего излучения (для защиты достаточно обеспечить расстояние 8...10 см от источника α -излучения, а для β -излучения применить защитную конструкцию из плексигласа, алюминия или стекла толщиной, превышающей максимальный пробег β -частиц).

Сложнее осуществить защиту от внешнего γ -излучения, проникающая способность которого гораздо выше. Защитные устройства позволяют только снизить в любое число раз величину дозы этого излучения. Материалом защитных устройств служат вещества, имеющие большую плотность (свинец, уран, бетон и др.). В последнее время используют воду, которая позволяет без помех проводить перезарядку и зарядку установок, выполнять ремонтные работы.

При использовании источников γ -излучения малой мощности более распространенными методами защиты являются защита расстоянием (манипуляторы) и защита временем (такой регламент работ, при котором доза, полученная за время выполнения работ, не превысит предельно допустимой).

Для защиты от нейтронного излучения обычно используют воду или полиэтилен.

Рабочая часть стационарных установок ионизирующих излучений, как правило, размещается в отдельном здании или изолированном крыле здания, пульт управления располагают в смежном помещении, соединенном с основным дверью, которая снабжается блокировкой, исключающей возможность случайного облучения персонала. Кроме того, предусматривается устройство принудительного помещения источника в положение хранения в случае аварии. При работе с радиоактивными веществами в открытом виде, учитывая возможность поступления излучений (кроме обеспечения защиты от внешнего облучения), предъявляются особые требования к планировке, отделке и оборудованию

помещений, а также к системе вентиляции. Специфика этих требований зависит от класса работ, определяемого по группе радиационной опасности вещества и по фактической его активности на рабочем месте [40].

Установлено четыре группы радиационной опасности (А, Б, В, Г) и три класса работ (I, II, III).

Для защиты персонала широко используются СИЗ.

При работах I класса и отдельных работах II класса работники обеспечиваются комбинезонами или костюмами, тапочками, спецбельем, носками, легкой обувью или ботинками, перчатками, бумажными полотенцами и носовыми платками одноразового пользования, а также средствами защиты органов дыхания. При работах II и III классов работники снабжаются халатами, тапочками, легкой обувью, перчатками и при необходимости средствами защиты органов дыхания (фильтрующими или изолирующими респираторами).

Защита от внутреннего облучения обеспечивается благодаря содержанию радиоактивных веществ в герметичных сосудах или запаянных ампулах; работе с ними в вытяжных шкафах или боксах; мощной вентиляцией (5—10-кратный обмен воздуха в час); СИЗ, дозиметрическим контролем, дезактивацией спецодежды и рук после работы.

Лаборатории и предприятия, предназначенные для работ с источниками ионизирующего излучения (установками, хранилищами радиоактивных веществ), перед вводом их в эксплуатацию должны быть приняты комиссией, включающей в себя представителей заинтересованных организаций, органов государственного санитарного надзора, технических инспекций труда и органов Министерства внутренних дел Российской Федерации (МВД России).

На основании акта комиссии местные органы государственного санитарного надзора оформляют на срок 3 года санитарный паспорт, разрешающий проведение соответствующих работ.

Администрация еще до получения источников радиационного излучения определяет перечень лиц, которые будут работать с этими источниками, инструктирует и обучает их, назначает работников, ответственных за радиационный контроль, учет и хранение источников радиационного излучения. В каждом подразделении администрацией разрабатывается инструкция безопасного ведения работ, учета, хранения и выдачи источников излучения, а также сбора и хранения радиоактивных отходов.

Наладка, ремонт, монтаж ионизирующих источников осуществляются только специальными учреждениями, имеющими разрешение на производство таких работ.

Перед допуском к работе с источником ионизирующего излучения администрация обязывает персонал пройти предваритель-

ный медицинский осмотр. Только при отсутствии медицинских противопоказаний эти лица допускаются к работе.

Лазерное излучение — это электромагнитное излучение с длиной волны 0,2 ... 1 000 мкм: от 0,2 до 0,4 мкм — УФ-область; свыше 0,4 до 0,75 мкм — видимая область; свыше 0,75 до 1 мкм — ближняя ИК-область; свыше 1,4 мкм — дальняя ИК-область.

Источниками лазерного излучения являются оптические квантовые генераторы — лазеры, которые нашли широкое применение в науке, технике, технологиях (связи, локации, измерительной технике, голографии, разделении изотопов, термоядерном синтезе, сварке, резке металлов и др.).

Лазерное излучение характеризуется исключительно высоким уровнем концентрации энергии: плотность энергии — $10^{10} \dots 10^{12}$ Дж/см³; плотность мощности — $10^{20} \dots 10^{22}$ Вт/см³. По виду излучения лазерное излучение подразделяется на прямое (заключенное в ограниченном телесном угле), рассеянное (рассеянное от вещества, находящегося в составе среды, сквозь которую проходит лазерный луч), зеркально отраженное (отраженное от поверхности под углом, равным углу падения луча) и диффузно отраженное (отражается от поверхности по всевозможным направлениям).

В процессе эксплуатации лазерных установок обслуживающий персонал может подвергнуться воздействию большой группы физических и химических факторов опасного и вредного воздействия. Наиболее характерными при обслуживании лазерной установки являются следующие факторы:

- лазерное излучение (прямое, рассеянное или отраженное);
- УФ-излучение, источником которого являются импульсивные лампы накачки или кварцевые газоразрядные трубки;
- яркость света, излучаемого импульсивными лампами или материалом мишени под воздействием лазерного излучения;
- электромагнитные излучения диапазонов ВЧ и СВЧ;
- ИК-излучение;
- температура поверхностей оборудования;
- электрический ток цепей управления и источника питания;
- шум и вибрации;
- разрушение систем накачки лазера в результате взрыва;
- запыленность и загазованность воздуха, происходящие в результате воздействия лазерного излучения на мишень и радиоллиза воздуха (выделяются озон, оксиды азота и другие газы).

Одновременность воздействия этих факторов и степень их проявления зависят от конструкции, характеристики установки и особенностей выполняемых с ее помощью технологических операций. В зависимости от потенциальной опасности обслуживания лазерные установки подразделены на четыре класса [40]. Чем

выше класс установки, тем выше опасность воздействия излучения на персонал и тем большее число факторов опасного и вредного воздействия проявляется одновременно.

Для лазерной установки 1-го класса опасности обычно характерна лишь опасность воздействия электрического поля, для 2-го класса характерна еще опасность прямого и зеркального отраженного излучения, для 3-го класса — дополнительно опасность диффузного отражения, УФ- и ИК-излучения, яркости света, высокой температуры, шума, вибраций, запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны. Лазерная установка 4-го класса опасности характеризуется полным наличием перечисленных потенциальных опасностей.

В целях обеспечения безопасных условий труда персонала установлены ПДУ лазерного излучения, которые при ежедневном воздействии на человека не вызывают в процессе работы или в отдаленные сроки отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами медицинских исследований.

Биологические эффекты воздействия лазерного излучения зависят не только от энергетической экспозиции, но и от длины волны излучения, длительности импульсов, частоты их повторения, времени воздействия и площади облучаемых участков, биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения (ультрафиолетовая область спектра), приведены ниже.

Длина волны, мкм	ПДУ излучения, Дж · см ⁻²
Св. 0,200 до 0,210 вкл.	1 · 10 ⁻⁸
Св. 0,210 до 0,215 вкл.	1 · 10 ⁻⁷
Св. 0,215 до 0,290 вкл.	1 · 10 ⁻⁶
Св. 0,290 до 0,300 вкл.	1 · 10 ⁻⁵
Св. 0,300 до 0,370 вкл.	1 · 10 ⁻⁴
Св. 0,370	2 · 10 ⁻³

Контроль уровней опасных и вредных факторов при эксплуатации лазеров проводится периодически (не реже 1 раза в год), при приеме новых установок, изменении конструкции лазерной установки или средств защиты, организации новых рабочих мест.

В зависимости от класса лазерной установки используются различные *защитные средства*, включающие в себя также порядок эксплуатации установки, определенные Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров (СанПиН 5804—91).

Комплекс мер, обеспечивающих безопасность работы с лазером, включает в себя технические, санитарно-гигиенические и

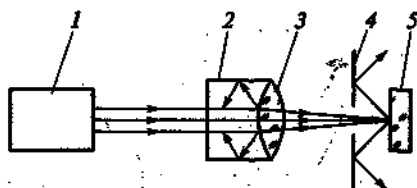


Рис. 3.1. Схема экранирования отраженного излучения лазера блендами и диафрагмами:

1 — лазер; 2 — бленда; 3 — линза; 4 — диафрагма; 5 — мишень

организационные мероприятия и направлен на предотвращение облучения персонала уровнями, превышающими ПДУ:

- обеспечение лазеров приспособлениями, исключающими воздействие прямого и отраженного излучения (экраны);
- использование средств дистанционного управления, сигнализации и автоматического отключения;
- создание специальных помещений для работ с лазером, их правильной компоновке с обеспечением необходимого свободного пространства, систем контроля уровней облучения;
- оборудование рабочих мест местной вытяжной вентиляцией.

В качестве экранирующих устройств от прямого и отраженного излучения на пути луча устанавливают бленды, а возле облучаемого объекта — диафрагмы (рис. 3.1).

К обслуживанию лазеров допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам работы (имеют соответствующую квалификационную группу по технике безопасности).

В процессе эксплуатации лазерных установок на администрацию возлагаются обязанности контроля за безопасным ведением работ, а также предотвращение использования запрещенных приемов работ.

К СИЗ от лазерного излучения, используемым только в комплексе СКЗ, относятся защитные очки и маски со светофильтрами. Их выбор в каждом конкретном случае осуществляется с учетом длины волны генерируемого излучения [40].

3.2. Меры оздоровления воздушной среды в производственном помещении

Трудовая деятельность человека происходит преимущественно в производственных помещениях, рабочие зоны которых характеризуются определенными метеорологическими условиями и чистотой воздушной среды. Если работы выполняют на открытых

площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и временем года, но и в этом случае в рабочей зоне создается определенный микроклимат.

К основным факторам, определяющим метеорологические условия производственной среды, относят температуру, влажность и скорость движения воздуха. Эти факторы оказывают существенное влияние на теплообмен организма человека с окружающей средой. Жизненные процессы, происходящие в организме человека, сопровождаются тепловыделением, которое изменяется от 4...6 кДж/мин (в состоянии покоя) до 33...42 кДж/мин (при выполнении тяжелой работы). Параметры микроклимата могут изменяться в широких пределах, в то время как для нормальной жизнедеятельности человека необходимо сохранение постоянства температуры тела.

В благоприятных метеорологических условиях человек испытывает состояние теплового комфорта. При отклонении параметров микроклимата от оптимальных в организме человека для поддержания постоянства температуры тела начинают происходить процессы, регулирующие теплоотдачу. При этом независимо от условий окружающей среды организм способен сохранять температуру тела постоянной (в пределах 36,1...37,2 °C); эта способность организма человека называется терморегуляцией.

Длительное воздействие на организм человека неблагоприятных метеорологических условий приводит к нарушению терморегуляции, резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и нередко приводит к заболеваниям. Теплоотдача организма человека во внешнюю среду происходит тремя основными способами: конвекцией, излучением и испарением. Преобладание одного из этих способов зависит прежде всего от температуры окружающего воздуха и других обстоятельств. При температуре воздуха 18 °C в состоянии покоя 20...30 % всего количества теплоты отводится конвекцией, 20...25 % — испарением, примерно 45 % — излучением и приблизительно 5 % — с выдыхаемым воздухом.

При изменении температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также характера выполняемой работы эти соотношения меняются. При температуре воздуха 30 °C отдача теплоты испарением равна суммарной отдаче теплоты излучением и конвекцией. При температуре воздуха выше 36 °C теплоотдача происходит уже в основном за счет испарения — главным образом с поверхности кожи и незначительно через дыхательные пути (до 20 %). При нормальных условиях организм теряет с испарением (потом) приблизительно 0,6 л жидкости в сутки. Выполняя тяжелую физическую работу при температуре воздуха выше 30 °C человек может потерять до 10...12 л жидкости.

При температуре воздуха выше 30°C нарушается терморегуляция организма, что может привести к его перегреву. При этом наблюдаются нарастающая слабость, головная боль, шум в ушах, искажение цветового восприятия (окраска всего в зеленый или красный цвет), повышается температура тела. Может наступить тепловой, а при работе на открытом воздухе — солнечный удар.

Исследования показали, что через 5 ч работы при температуре воздуха около 31°C и влажности 80...90 % работоспособность снижается на 60 %, значительно ухудшается способность к тонкой координации движений. Длительное воздействие низких температур может привести к местному или общему охлаждению организма, а в тяжелых случаях — к обморожению и гибели человека. Переохлаждение приводит к снижению работоспособности.

Определенное влияние на жизнедеятельность организма оказывает влажность воздуха. В качестве нормируемого параметра используется относительная влажность, которую определяют отношением абсолютной влажности к максимальной и выражают в процентах. При этом абсолютной влажностью называется количество водяных паров, содержащихся в 1 м^3 воздуха при определенной температуре, а максимальной влажностью — максимально возможное содержание водяных паров в данном объеме и температуре воздуха.

Оптимальная для человека относительная влажность находится в пределах 40...60 %. Повышенная влажность (более 80 %) при высокой температуре воздуха способствует перегреву организма, а при низкой температуре воздуха — значительному переохлаждению. При относительной влажности менее 25 % снижаются защитные функции верхних дыхательных путей.

Воздействует на человека также и движение воздуха. Человек начинает ощущать подвижность воздуха при скорости $0,1\text{ м/с}$. Легкое движение воздуха при его нормальной температуре сдувает насыщенный водяными парами и перегретый слой воздуха, обволакивающий человека, способствуя тем самым хорошему самочувствию. При большой скорости движения воздуха и низкой температуре увеличиваются теплопотери конвекцией и испарением, что ведет к сильному охлаждению организма человека. Исследованиями установлено, что ухудшение метеорологических условий производственной среды, параметры которых комплексно воздействуют на человека, приводит к пропорциональному снижению производительности труда.

Воздействие вредных производственных факторов приводит к заболеванию работающего или снижению его работоспособности. При определенном уровне и продолжительности воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными. Например, производственная пыль в зависимости от ее токсично-

сти может быть причиной как общего (катар верхних дыхательных путей) или профессионального (силикоз) заболевания, так и острого отравления или травмы роговицы глаз.

Человек может переносить умеренные изменения факторов производственной среды без заметного ухудшения работоспособности благодаря деятельности регуляционных механизмов, управляемых центральной нервной системой. Эти механизмы обеспечивают связь организма человека с условиями окружающей среды и поддерживают температуру тела, химический состав крови и другие показатели в сравнительно узких пределах колебаний. Если же изменения окружающих условий превосходят возможности регуляционных механизмов человека, то ухудшается деятельность его органов чувств, центральной нервной системы и (или) мышц и желез, т.е., говоря на языке эргономики, ухудшается ФСО (см. гл. 1). Следствием такого нежелательного явления, к сожалению нередко имеющего место в основных и вспомогательных цехах предприятий, может стать не только снижение работоспособности, но и несчастный случай.

При нормировании параметров микроклимата, интенсивности различных видов излучений, характеристик других факторов производственной среды обычно устанавливают такие диапазоны (оптимальные и допустимые нормы), превышение которых ведет лишь к первым признакам нарушения здоровья человека, определяемым современными методами.

Нормы и требования к гигиеническим факторам производственной среды содержатся в ГОСТах, ССБТ, санитарных нормах и гигиенических нормативах, других нормативных актах охраны труда.

Оптимальные микроклиматические условия — это сочетание количественных показателей микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает сохранение нормального теплового состояния организма без поражения механизма терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия — это сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать переходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, которые не выходят за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом возможны дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия, некоторое снижение работоспособности, но повреждений или нарушений состояния здоровья не возникает.

Как известно, воздух представляет собой физическую смесь различных газов, образующих атмосферу Земли. Чистый воздух — это смесь газов в относительно постоянном объемном отношении: азот — 78,09 %, кислород — 20,95 %, аргон — 0,93 %, диоксид углерода — 0,03 %. Кроме того, воздух содержит незначительное количество других газов (водород, озон и оксиды азота). Плотность воздуха при температуре 0 °С и атмосферном давлении 760 мм рт. ст. составляет 1,293 г/л. Содержание паров воды в воздухе может достигать четырех объемных долей (в процентах) в зависимости от конкретных условий, влияющих на состояние окружающей среды, и характера деятельности человека.

Для эффективной трудовой деятельности необходимо обеспечение требуемой *чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий*.

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать различные вредные вещества в виде *паров, газов, пыли*. Вредное вещество — это вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в последующие сроки жизни настоящего и будущего поколений.

Все вредные вещества по характеру воздействия на человека можно подразделить на две группы: токсичные и нетоксичные.

Токсичные вещества, как правило, вступают во взаимодействие с организмом человека, вызывая различные отклонения в состоянии здоровья работающего, отравления.

Отравления в производственных условиях могут быть острыми и хроническими. Острые отравления возникают при наличии высокой концентрации токсичных веществ и попадании их в организм в течение продолжительного времени в больших количествах. Хронические отравления развиваются медленно, в результате длительного накопления в организме токсичных веществ.

Нетоксичные вещества в большинстве своем оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаза и кожу работающих.

Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы вещества — дисперсные системы — аэрозоли. Аэрозоли подразделяют на пыль (размер твердых частиц более 1 мкм), дым (менее 1 мкм) и туман (размер жидких частиц менее 10 мкм).

Воздействие пыли на человека зависит от ее токсичности, дисперсности и концентрации в воздушной среде.

Пыль бывает крупнодисперсной (размер частиц более 50 мкм), среднелдисперсной (размер частиц 50... 10 мкм) и мелкодисперсной (размер частиц менее 10 мкм).

Наиболее опасны частицы пыли размером 3...10 мкм, которые задерживаются в легких и являются причиной их заболеваний — пневмокониоза. Особенно вредна кварцевая пыль SiO_2 , способная отлагаться в легких и вызывать силикоз.

Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать ПДК, мг/м³, и их количество регламентируется ГОСТ 12.1.005—88*. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й класс — чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м³);
- 2-й класс — высокоопасные (ПДК 0,1...1,0 мг/м³);
- 3-й класс — умеренно опасные (ПДК 1,0...10,0 мг/м³);
- 4-й класс — малоопасные (ПДК более 10,0 мг/м³).

Например, для пыли неорганической с содержанием диоксида кремния выше 70 % ПДК (максимальная разовая) составляет 0,16 мг/м³, с содержанием диоксида кремния 70...20 % — 0,3 мг/м³, ниже 20 % — 0,5 мг/м³.

При содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ одностороннего действия для обеспечения безопасности работы должно соблюдаться следующее условие:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ — концентрации вредных веществ в воздухе, мг/м³; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ — ПДК соответствующих вредных веществ, мг/м³; n — число вредных веществ.

Примеры сочетания веществ одностороннего действия:

- фтористый водород и соли фтористоводородной кислоты; сернистый и серный ангидриды; формальдегид и соляная кислота; углеводороды (предельные и непредельные); спирты; кислоты; щелочи;

- ароматические углеводороды (толуол и ксилол, бензол и толуол);

- amino- и нитросоединения; сероводород и сероуглерод; оксид углерода и аминосоединения; оксид углерода и нитросоединения и др.

Содержание вредных веществ в воздухе, поступающем в производственное помещение, не должно превышать 0,3 ПДК, установленных для рабочей зоны производственных помещений.

Выбросы в атмосферу воздуха, содержащего вредные вещества, следует предусматривать и обуславливать расчетом так, чтобы их концентрация не превышала норм предельно допустимых выбросов (ПДВ), в противном случае требуется очистка выбросов.

Допустимую концентрацию пыли в воздухе, выбрасываемом в атмосферу, следует определять расчетным путем:

- при расходе выбрасываемого воздуха более 15 тыс. м³/год

$$C_1 = 100K;$$

- при объеме выбрасываемого воздуха 15 тыс. м³/год и менее

$$C_2 = (160 - 4L)K,$$

где C_1, C_2 — допустимая концентрация пыли в воздухе, мг/м³; K — коэффициент, принимаемый в зависимости от ПДК пыли в воздухе рабочей зоны; L — расход воздуха, тыс. м³/ч.

Значения K принимают следующими [37]:

$K = 0,3$ при ПДК ≤ 2 мг/м³;

$K = 0,6$ при ПДК от 2 до 4 мг/м³;

$K = 0,8$ при ПДК от 4 до 6 мг/м³;

$K = 1$ при ПДК ≥ 6 мг/м³.

Контроль загазованности воздушной среды осуществляется лабораторными, экспрессными и индикаторными методами [37].

Контроль запыленности воздуха промышленных предприятий обычно осуществляется методом определения массы пыли в сочетании с определением размеров частиц (дисперсности) пыли. Метод основан на определении увеличения массы при пропускании через фильтр исследуемого воздуха заданного объема. Разница в массе фильтра до протягивания запыленного воздуха и после него характеризует содержание пыли в объеме протянутого воздуха. Для этих целей может быть использован комплект, включающий в себя фильтры АФА-ДП-3, АФА-ВП-10, фильтродержатели, соединительные шланги, аналитические весы ВЛР-200 (2-й класс).

Дисперсность пыли определяется счетным методом с помощью прибора АЗ-5 при малых концентрациях пыли, а при больших концентрациях — с использованием индикаторов. Более современные средства измерений представлены в [20].

Как уже отмечалось, *микроклимат*, или *метеорологические условия* производственных помещений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями *температуры, влажности и скорости движения воздуха*, а также температурой окружающих поверхностей.

Указанные параметры нормируются для рабочей зоны производственных помещений, под которой понимается зона высотой 2 м над уровнем пола или площадка для постоянного или временного пребывания работающих. Постоянным рабочим местом считается место, на котором работающий находится большую часть (более 50 % или более 2 ч непрерывно) своего рабочего времени. Если при этом работа осуществляется в различных точках рабо-

Таблица 3.3

**Оптимальные нормы температуры, относительной влажности
и скорости воздуха в рабочей зоне производственного помещения
(ГОСТ 12.1.005—88*)**

Период года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с, не более
Холодный ¹	Легкая — I	20 ... 23	60 ... 40	0,2
	Средней тяжести — ПА	18 ... 20	60 ... 40	0,2
	Средней тяжести — ПБ	17 ... 19	60 ... 40	0,3
	Тяжелая — III	16 ... 18	60 ... 40	0,3
Теплый ²	Легкая — I	22 ... 25	60 ... 40	0,2
	Средней тяжести — ПА	21 ... 23	60 ... 40	0,3
	Средней тяжести — ПБ	20 ... 22	60 ... 40	0,4
	Тяжелая — III	18 ... 20	60 ... 40	0,5

¹ Температура наружного воздуха ниже 10 °С.

² Температура наружного воздуха выше 10 °С.

чей зоны, то постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

В соответствии с ГОСТ 12.1.005—88* оптимальные значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного, выделяемого в помещении количества теплоты и периода года (табл. 3.3).

Категория работ — это разграничение работ на основе общих энергозатрат организма, измеряемых в джоулях в секунду (Дж/с). К легким относятся работы, при которых энергозатраты не превышают 172 Дж/с (основные процессы точного приборостроения и машиностроения). При работах средней тяжести энергозатраты находятся в пределах 172 ... 293 Дж/с (механосборочные, прокатные, термические цехи). К тяжелым относятся работы, при которых энергозатраты превышают 293 Дж/с (кузнечные цехи с ручной ковкой, литейные цехи с ручной набивкой и заливкой опок).

В зависимости от теплового режима различают помещения с незначительными и значительными избытками явной теплоты. Под явной теплотой понимается теплота, поступающая в поме-

шение от оборудования, отопительных приборов, нагретых материалов и других источников, которая воздействует на температуру воздуха в помещении.

Контроль параметров микроклимата включает в себя контроль температуры, влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового излучения [20, 40].

Для **поддержания** требуемых параметров чистоты воздуха и параметров микроклимата производственного помещения применяют различные виды вентиляции, кондиционирования и отопления. Устройство и эксплуатация вентиляции, кондиционирования и отопления производственных помещений регламентируются СНиП 41-01—2003.

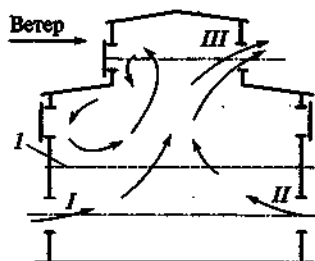
Вентиляция — это организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязненного воздуха и подаче вместо него свежего наружного (или очищенного) воздуха. В зависимости от назначения вентиляция может быть приточной и вытяжной. **Вытяжная** вентиляция служит для удаления из помещений загрязненного воздуха и выброса его за пределы цеха или корпуса, **приточная** — для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаленного.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция может быть естественной (аэрация) или механической.

Естественная вентиляция осуществляется за счет разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной. Наиболее распространенным видом организованной вентиляции является аэрация (рис. 3.2), при этом воздух подается в зоны *I*, *II* — в места с наименьшим выделением вредных веществ, влаги или теплоты (на высоте 1,2...1,5 м над полом) и удаляется из наиболее загрязненных зон *III*. В зимнее время наружный воздух подается через верхний ярус створок в стенах на высоте 5...7 м с таким расчетом, чтобы, опускаясь до рабочей зоны, он успел нагреться.

Рис. 3.2. Схема аэрации:

I — уровень равных давлений наружного и внутреннего воздуха; *I*, *II* — зоны с наименьшим выделением вредных веществ; *III* — наиболее загрязненная зона



При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения наружным холодным воздухом через окна, щели и двери теплого воздуха.

Естественная вентиляция экономична, проста в эксплуатации, но имеет существенные недостатки: во-первых, применима в основном там, где нет больших выделений вредных веществ; во-вторых, приточный воздух поступает в производственные помещения необработанным: не подогревается, не увлажняется и не очищается от вредных примесей.

Механическая (принудительная) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен достигается за счет напора, создаваемого центробежным или осевым вентилятором.

В зависимости от способа создания воздухообмена различают местную и общеобменную механическую вентиляцию (по месту действия). *Местная* вытяжная вентиляция, улавливающая вредные вещества в местах их выделения, позволяет значительно сократить воздухообмен в помещении. *Общеобменная* вентиляция применяется, когда вредные вещества, теплота, влага выделяются равномерно по всему помещению. На производстве часто устраивают комбинированные системы вентиляции (общеобменную с местной, общеобменную с аварийной и т. п.).

Установки приточной, вытяжной и приточно-вытяжной общеобменной механической вентиляции представлены на рис. 3.3.

Расчет необходимого количества (расхода) воздуха для помещений с тепловыделениями производится по избыткам явной теплоты, для помещений с тепло- и влаговыведениями — по избыткам явной теплоты, влаги и скрытой теплоты, для помещений с газовыделениями — по количеству выделяющихся вредных веществ (из условия обеспечения ПДК).

Количество воздуха, подаваемого в помещение, следует определять отдельно для теплого и холодного периода года с учетом его плотности, соответствующей нормальным условиям.

Расчет проводится в зависимости от численности работающих, наличия в воздухе рабочей зоны вредных веществ, влаговыведения, избытков теплоты. При расчете учитывается нормируемое значение объема и количества воздуха на одного работающего. Если на одного работающего приходится объем помещения менее 20 м^3 , то необходимое количество воздуха на каждого работающего составляет не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, при объеме помещения 20 м^3 и более — не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Если в помещении нет аэрации, то норма удельного расхода воздуха принимается $60 \text{ м}^3/\text{ч}$. Данное нормирование производится при нормальном микроклимате и наличии вредных веществ в воздухе рабочей зоны, не превышающем ПДК.

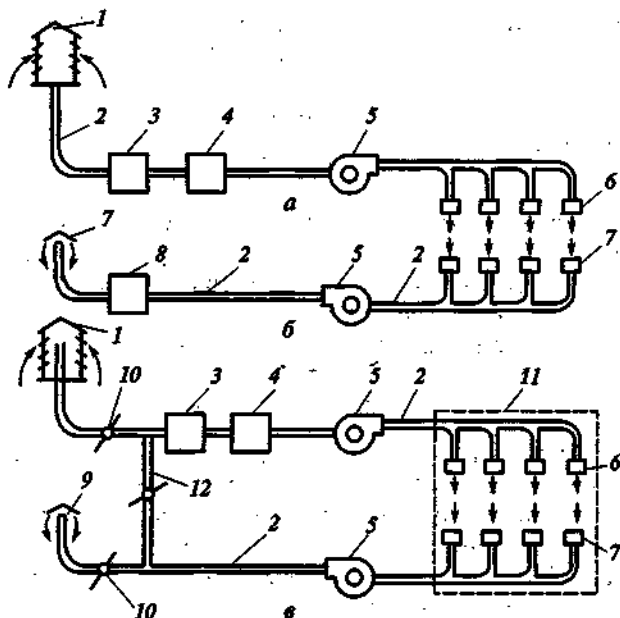


Рис. 3.3. Схемы общеобменной механической вентиляции:

a — приточной; *б* — вытяжной; *в* — приточно-вытяжной; 1 — воздухоприемник; 2 — воздухоотвод; 3 — фильтр; 4 — калорифер; 5 — вентилятор; 6 — приточное отверстие или насадка; 7 — вытяжное отверстие; 8 — очистное устройство; 9 — устройство выброса воздуха; 10 — регулирующие клапаны; 11 — помещение; 12 — воздуховод (рециркуляция воздуха)

Расход воздуха L_n , м³/ч, необходимый для нормального воздухообмена в зависимости от численности работающих:

$$L_n = nL,$$

где n — численность работающих; L — нормируемый расход воздуха на одного работающего, м³/ч.

Расход воздуха $L_{в.в}$, м³/ч, при наличии вредных веществ в воздухе рабочей зоны

$$L_{в.в} = [\psi G_{в.в} / (k_1 - k_2)] \cdot 10^6,$$

где ψ — коэффициент неравномерности распределения вредных веществ по помещению, $\psi = 1,2 \dots 2,0$; $G_{в.в}$ — масса вредных веществ, поступающих в воздух рабочей зоны, кг/ч; k_1 — концентрация вредных веществ в воздухе, удаляемом из помещения, мг/м³, $k_1 \geq \text{ПДК}$; k_2 — концентрация вредных веществ в воздухе, поступающем в помещение, мг/м³, $k_2 \leq \text{ПДК}$.

В случае поступления в воздух помещения одновременно нескольких вредных веществ одноподобного действия расчет

воздухообмена производится суммированием объемов воздуха, необходимых для удаления каждого вредного вещества в отдельности до ПДК.

Расход воздуха $L_{\text{вл}}$, м³/ч, для помещений с большим избытком влаги в воздухе

$$L_{\text{вл}} = [G_{\text{вл}} / (K_y - K_n)] \cdot 10^3,$$

где $G_{\text{вл}}$ — избыточная влага в помещении, кг/ч; K_y — массовая концентрация влаги, содержащейся в воздухе, удаляемом из помещения, г/м³; K_n — массовая концентрация влаги в воздухе, поступающем в помещение, г/м³.

Необходимый расход воздуха L_T , м³/ч, при избытках явной теплоты

$$L_T = 3600 Q_T / [\rho C(t_y - t_n)],$$

где Q_T — избыточная теплота, кВт; ρ — плотность воздуха, кг/м³; C — теплоемкость воздуха, кДж/(кг · К); t_y — температура воздуха, удаляемого из помещения, К; t_n — температура воздуха, поступающего в помещение, К.

Часовой объем нагнетаемого (приточного) $L_{\text{пр}}$, м³/ч, или отсасываемого $L_{\text{отс}}$ вентиляторами воздуха

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{отс}} = 360 F_v v,$$

где F_v — сечение воздухоотвода вентилятора, м²; v — скорость движения воздуха в канале воздухоотвода, м/с.

Расчет избытков явной теплоты и влаги, поступающих в помещение, необходимых для пользования приведенными формулами, производится по [40] или же их величины по видам оборудования берутся из отраслевых табличных данных.

Параметры воздуха, поступающего в приточные отверстия вентиляционных, технологических и других устройств, принимаются по ГОСТ 12.1.005—88*.

При расчете воздухообмена вентиляторы выбирают из специальных каталогов по подсчитанному расходу воздуха L и общему гидравлическому сопротивлению вентиляционной системы (полному напору) $H_{\text{пол}}$, кг/м²:

$$H_{\text{пол}} = \Delta p_{\text{пот}} + p_{\text{ск}}^{\text{нар}} + \Delta p_{\text{ц}} + \Delta p_{\text{ф}}, \quad (3.7)$$

где $\Delta p_{\text{пот}}$ — полные потери давления в сети, складываются из потерь давления на трение в воздухе, в отводах, уголках, сужениях и расширениях воздуха, кг/м²; $p_{\text{ск}}^{\text{нар}}$ — скоростное (динамическое) давление в нагнетательном (выходном) сечении воздуха, кг/м²; $\Delta p_{\text{ц}}$ — потери давления в циклоне, кг/м²; $\Delta p_{\text{ф}}$ — потери давления в фильтре, кг/м².

Необходимые формулы и рекомендации по определению величин, входящих в формулу (3.7), содержатся в [6].

Потребляемая мощность вентилятора N_v , кВт:

$$N_v = \frac{L_{\text{отс}} H_{\text{пол}}}{102 \eta_v \cdot 3600},$$

где η_v — КПД вентилятора (выбранного из каталога), $\eta_v = 0,5 \dots 0,85$.

Кроме вентиляционных устройств в промышленности применяют кондиционеры — аппараты, автоматически обрабатывающие воздух, подаваемый в помещение, обеспечивающие оптимальные параметры воздуха по температуре, относительной влажности, скорости движения и чистоте.

Кондиционеры могут быть местными (для обслуживания небольших помещений) и центральными (для обслуживания нескольких помещений). На рис. 3.4 приведена схема кондиционера. Наружный воздух и частично воздух из помещения (при рециркуляции) поступает в приемную камеру 1, затем очищается от пыли в фильтре 2. В холодный период года воздух подогревается в калорифере 3, а в теплый период охлаждается и увлажняется в рабочей камере 6 с помощью форсунок 5. После отделения капель в каплеотделителе 4 температура воздуха доводится в калорифере 7 до нормативной.

Одна из простейших методик расчета системы кондиционирования основана на определении ее требуемой холодопроизводительности (требуемой мощности) $Q_{\text{общ}}$, кВт:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (3.8)$$

где Q_1 — избытки теплоты в зависимости от объема помещения, кВт:

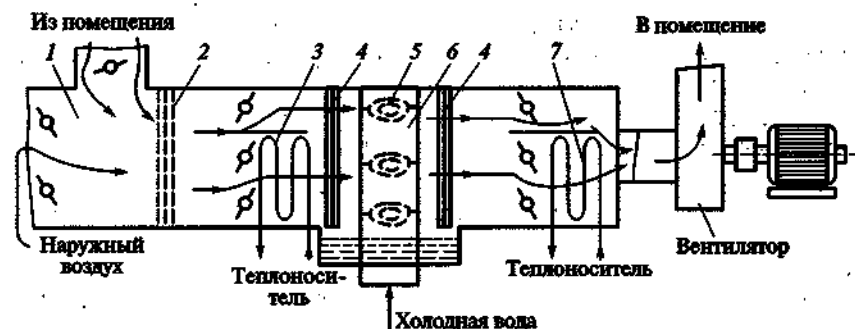


Рис. 3.4. Схема кондиционера:

1 — приемная камера; 2 — фильтр; 3, 7 — калориферы; 4 — каплеотделители; 5 — форсунка; 6 — рабочая камера

$$Q_1 = SHq_{уд}, \quad (3.9)$$

где S — площадь помещения, m^2 ; H — высота помещения, m ; $q_{уд}$ — удельные избытки теплоты, принимается $q_{уд} = 0,035 \text{ кВт}/m^3$ — среднее значение;

Q_2 — избытки теплоты от работающего оборудования, кВт :

$$Q_2 = 0,3N_{обор}, \quad (3.10)$$

где $N_{обор}$ — потребляемая оборудованием суммарная мощность, кВт ;

Q_3 — избытки теплоты от моделей, кВт :

$$Q_3 = (0,1 \dots 0,3)n, \quad (3.11)$$

где n — количество людей в помещении.

По найденному $Q_{общ}$ подбирают тип и количество кондиционеров.

Для удаления загрязненного горячего или холодного воздуха с рабочих мест (гальванических ванн, нагревательных печей, зон заточки станков, зон сварки и т. п.) применяются различные виды *местных вентиляционных установок* [40].

Для поддержания в производственных помещениях в холодное время года заданной (нормируемой) температуры воздуха применяется *отопление*.

Система отопления должна компенсировать потери теплоты $Q_{п}$ через строительные ограждения $Q_{огр}$, а также на нагрев проникающего в помещение холодного воздуха $Q_{х.в.}$, поступающих материалов и транспортных средств $Q_{т.}$. Эти потери можно подсчитать по формуле

$$Q_{п} = Q_{огр} + Q_{х.в.} + Q_{т.} \quad (3.12)$$

Из приведенных потерь основными являются потери теплоты через строительные ограждающие конструкции (стены, потолки, окна и т. д.).

Величина $Q_{огр}$, Вт , определяется отдельно для каждого вида ограждающей конструкции по уравнению

$$Q_{огр} = \frac{F_{огр}(t_{вн} - t_{нар})}{R_{огр}}, \quad (3.13)$$

где $F_{огр}$ — площадь ограждающей конструкции, m^2 ; $t_{вн}$ — требуемая температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$; $t_{нар}$ — температура наружного воздуха, для второго климатического пояса $t_{нар} = -25^{\circ}\text{C}$; $R_{огр}$ — сопротивление ограждающей конструкции теплопередаче, $m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Значения $R_{\text{отр}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, составляют: для стекла: при одинарном остеклении — 0,17, при двойном остеклении — 0,4...0,44 (для алюминиевых переплетов — 0,34); для оргстекла: двойного — 0,36, тройного — 0,52...0,55; для стеклопакетов: однокамерного — 0,38...0,56, двухкамерного — 0,51...0,68, спаренных однокамерных — 0,70...0,74; спаренных двухкамерных — 0,80; для гипсоперлита — 0,12...0,14; для плит из гипса — 0,23...0,35; для сухой гипсовой штукатурки — 0,15; для кладки из кирпича: глиняного (камня) — 0,47...0,56, силикатного — 0,70, трепельного — 0,29...0,35, шлакового — 0,52; для железобетона — 1,69.

Для замкнутых воздушных прослоек значения $R_{\text{отр}}$ при разной толщине прослойки следующие:

Толщина прослойки, м	$R_{\text{отр}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
0,01	0,13 ... 0,15
0,02	0,14 ... 0,19
0,03	0,14 ... 0,21
0,05	0,14 ... 0,22
0,1	0,15 ... 0,23
0,15	0,15 ... 0,24
0,2...0,3	0,15 ... 0,24

После определения $Q_{\text{отр}}$ отдельных ограждающих конструкций результаты расчетов суммируются и подставляются в уравнение (3.12) для определения $Q_{\text{п}}$. Величины $Q_{\text{х.в}}$ и $Q_{\text{т}}$ выражаются через величину $Q_{\text{п}}$: $Q_{\text{х.в}}$ принимается равным $(0,2...0,3)Q_{\text{п}}$, $Q_{\text{т}}$ принимается равным $(0,05...0,1)Q_{\text{п}}$, и решается уравнение теплового баланса (3.12), позволяющие подсчитать количество теплоты, способное компенсировать ее потери.

На основании данных расчета тепловых потерь и выделений теплоты на производстве составляются балансы теплоты производственного помещения и определяются мощности отопительных установок. Отопление устраивают только в тех случаях, когда потери теплоты превышают выделение теплоты Q в помещении, т. е. $Q_{\text{п}} > Q$. В нерабочее время для поддержания в помещениях температуры $5...10^\circ\text{C}$, а также на случай проведения ремонтных работ устраивают дежурное отопление.

В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

Системы водяного отопления наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении. Вода в систему отопления подается либо от собственной котельной предприятия, либо от районной или городской котельной или ТЭЦ.

Системы парового отопления применяют главным образом в тех помещениях, в которых пар используется для промышленных целей.

Паровое отопление высокого давления (более 70 кПа) разрешается устраивать только в производственных помещениях, где технологические процессы не сопровождаются выделением органической пыли или когда пыль неорганического происхождения невзрывоопасна и невоспламенима.

Воздушная система отопления характерна тем, что подаваемый воздух предварительно нагревается в калориферах (водяных, паровых или электрических).

В зависимости от расположения и устройства системы воздушного отопления бывают центральными и местными. В центральных системах, которые часто совмещаются с приточными вентиляционными системами, нагретый воздух подается по системе воздуховодов от расположенного, как правило, вне помещения калорифера. В местных системах воздушного отопления нагрев и подача воздуха в нужное место помещения производятся отопительными агрегатами, которые устанавливают на колоннах или стенах помещения на высоте 3...4 м.

В административно-бытовых помещениях промышленных предприятий может находить применение панельное отопление, работающее за счет отдачи теплоты от строительных конструкций, в которых проложены трубы с циркулирующим в них теплоносителем.

3.3. Организация производственного освещения

Рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

Свет оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, нервно-психическую сферу, является важным стимулятором не только зрительного анализатора, но и организма в целом.

При недостаточном освещении и его плохом качестве состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

В то же время существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком высокой яркости (блескости) источников света, а также больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми вытекающими от-

сюда негативными последствиями, нежелательными как для качества трудовой деятельности человека, так и для него самого.

Анализ несчастных случаев на производстве [42] свидетельствует, что примерно 5 % травм в определенной мере связано с недостаточным освещением и 20 % травм косвенным образом вызвано им. Постоянное недостаточное освещение может быть причиной профессионального заболевания, например рабочей миопии (близорукости).

Практикой установлено, что уровень естественной освещенности в процессе эксплуатации зданий существенно снижается в результате загрязнения стеклянных поверхностей световых проемов, которые в этом случае перестают пропускать расчетное количество дневного света, и освещенность в помещениях снижается на 70 % нормированной. На снижение освещенности влияют также загрязнение стен и потолка, цветовая отделка помещений. Поэтому, чтобы не допускать снижения естественной освещенности, необходимо регулярно очищать стекла (не менее 2—4 раз в год в зависимости от количества выделяющейся в помещении пыли) и производить не реже 1 раза в год побелку стен и потолков.

Положительную роль в улучшении освещенности играет цветовая отделка производственного помещения и оборудования. В частности, для окраски стен рекомендуются желто-зеленый, желтый, зеленовато-голубой цвета, а для потолков — белый, имеющие высокую отражательную способность. Верхние части стен окрашивают в те же цвета, что и потолки. Полы также рекомендуется окрашивать в светлые тона для большего отражения света. Для окраски оборудования целесообразны светло-серый, светло-зеленый цвета в сочетании с кремовым.

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. По своей природе свет представляет электромагнитные волны длиной от 380 до 760 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$).

В промышленности практически возникает необходимость правильной организации как *естественного*, так и *искусственного* освещения. Естественное освещение характерно для светлого времени суток и при работе в помещениях, в которых имеются световые проемы в стенах и крыше здания. Искусственное освещение применяется для компенсации недостаточности, в частности неравномерности естественного света, в основном в темное время суток; оно менее благоприятно с физиологической точки зрения.

Естественное освещение может быть:

- боковым (оконные проемы расположены в наружных стенах);

- верхним (световые проемы расположены в крыше);
- совмещенным (сочетание бокового и верхнего).

Искусственное освещение подразделяют на пять видов: рабочее, дежурное, аварийное, эвакуационное и охранное.

Рабочее освещение — освещение помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспортных средств.

Дежурное освещение — освещение в нерабочее время. Для дежурного освещения при необходимости можно использовать часть светильников того или иного вида освещения.

Аварийное освещение — освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Аварийное освещение в помещениях и на местах производства работ предусматривают в тех случаях, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования и механизмов могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение процесса, нарушение работы таких объектов, как диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ, и т.п.

Эвакуационное (аварийное освещение для эвакуации) — освещение для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение в помещениях или иных местах производства работ вне здания предусматривают в местах, опасных для прохода людей; в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей при численности эвакуирующихся более 50 человек; по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 человек; в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования, а также в помещениях вспомогательных зданий предприятий, если в помещении могут одновременно находиться более 100 человек.

Охранное освещение — освещение вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Его предусматривают при отсутствии специальных технических средств охраны.

Использование одновременно естественного и искусственного освещения для больших объемов помещения не рекомендуется.

Характеристики освещения (условия работы зрения) [20, 40] можно подразделить на количественные и качественные. К количественным характеристикам относятся световой поток, сила света, освещенность, яркость и светимость. К качественным ха-

рактистическим относятся фон, контраст объекта с фоном, видимость, цилиндрическая освещенность, показатель ослепляемости, показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности.

Световой поток Φ — мощность лучистой энергии; оценивается по световому ощущению, которое испытывает глаз.

Единица светового потока *люмен (лм)* — световой поток, излучаемый точечным источником с телесным углом 1 ср при силе света, равной 1 кд.

Сила света I — пространственная плотность светового потока, т.е. световой поток, отнесенный к телесному углу, в котором он излучается:

$$I = \Phi / \omega,$$

где ω — телесный угол, ср, или часть пространства, заключенного внутри конической поверхности.

Значение ω определяется отношением площади S , вырезаемой им из сферы произвольного радиуса r , к квадрату этого радиуса:

$$\omega = S / r^2.$$

Единица силы света *кандела (кд)* — сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении абсолютно черным телом с площади $1/600\,000 \text{ м}^2$ при температуре затвердевания платины и давлении $101\,325 \text{ Н/м}^2$.

Освещенность E — отношение светового потока Φ к площади S освещаемой им поверхности:

$$E = \Phi / S.$$

Единица освещенности *люкс (лк)* — освещенность поверхности площадью 1 м^2 при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 лм.

Яркость B , кд/м², — отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению излучения:

$$B = \frac{I}{S \cos \alpha},$$

где α — угол между нормалью освещаемой поверхности и направлением светового потока от источника света.

Фон — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым, если коэффициент отражения $\rho > 0,4$ ($\rho = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}$), при $\rho = 0,2 \dots 0,4$ фон считается средним, а при $\rho < 0,2$ — темным.

Контраст объекта различения с фоном K определяется выражением

$$K = \frac{|B_{\phi} - B_o|}{B_{\phi}},$$

где B_{ϕ} , B_o — яркость фона и объекта соответственно, кд/м².

Контраст считается большим при $K > 0,5$, средним — при $K = 0,2 \dots 0,5$, малым — при $K < 0,2$.

Такая характеристика освещения, как освещенность, *нормируется и контролируется* на производстве.

Другие характеристики освещения, контроль и анализ которых в производственных условиях обычно не производится, подробно рассмотрены в [20, 26, 30, 40].

Контроль освещенности в производственных условиях ведется с помощью люксметров типа Ю-16, Ю-116, Ю-17. Люксметр любого типа представляет собой сочетание селенового фотоэлемента и миллиамперметра, проградуированного в люксах. Действие прибора основано на явлении фотоэлектрического эффекта. Световой поток, падая на фотоэлемент, вызывает протекание фототока через миллиамперметр. Для измерения освещенности фотоэлемент устанавливают в плоскости измерения, подбирают ближайшую шкалу, начиная с более «грубой», и считывают показания прибора. При необходимости расширить пределы измерения на фотоэлемент надевают поглощающие насадки.

Для измерения яркости применяют специальные насадки на фотоэлемент люксметра Ю-17. Яркость измеряется также фотометрами. Фотометры могут быть субъективными и объективными. Они состоят из измерителя и выносного экрана. Коэффициент отражения измеряется с помощью фотометра и определяется по формуле

$$\rho = B_o / B_{\text{экp}},$$

где B_o — яркость объекта, кд/м²; $B_{\text{экp}}$ — яркость экрана, уложенного на место объекта, кд/м².

Естественное освещение организуется через разного рода световые проемы и оценивается коэффициентом естественной освещенности (КЕО) e , %:

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} 100,$$

где $E_{\text{вн}}$ — освещенность, создаваемая внутри помещения, лк; $E_{\text{нар}}$ — освещенность земной поверхности от небосвода, лк.

В охране труда нормируется минимальное значение КЕО e_{min} в зависимости от следующих факторов:

- вида выполняемой работы (помещения);
- расположения световых проемов;
- конструктивных особенностей световых проемов и расположенных рядом строений.

При боковом естественном освещении $e_{\min}$ нормируется следующим образом:

- при одностороннем освещении — в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;
- при двустороннем освещении — в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола).

При верхнем и совмещенном освещении нормируется среднее значение КЕО e_{cp} , %:

$$e_{cp} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_n}{2} \right),$$

где N — число точек определения (первая и последняя точки выбираются на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен или перегородок); $e_1, e_2, \dots, e_n$ — значения КЕО при верхнем и совмещенном освещении в точках характерного разреза помещения, %.

Под условной поверхностью понимается условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола. При экспериментальном определении КЕО требуется производить замеры освещенности внутри и снаружи здания одновременно при небе, затянутом облаками. Точку для измерения наружной освещенности выбирают на открытом участке земной поверхности.

При совмещенном освещении КЕО e_i , %, определяют по формуле

$$e_i = e_b + e_v,$$

где e_b, e_v — КЕО соответственно при боковом и верхнем освещении, %.

Для обеспечения нормированного значения КЕО (СНиП 23-05—95*) площадь световых проемов, m^2 :

при боковом освещении

$$S_o = \frac{e_n \eta_o S_n K_{\text{з}} K_3}{100 \tau_o r_1};$$

при верхнем освещении

$$S_{\phi} = \frac{e_n \eta_{\phi} S_n K_3}{100 \tau_o r_2},$$

где S_o, S_{ϕ} — площадь окон и фонарей соответственно, m^2 ; e_n — нормированное значение КЕО (табл. 3.4); η_o, η_{ϕ} — световая ха-

Таблица 3.4

Нормы естественного освещения

Характеристика зрительной работы	Размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	КЕО e_n , %	
			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Наивысшей точности ¹	Менее 0,15	I	—	—
Очень высокой точности ¹	От 0,15 до 0,30	II	—	—
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	—	—
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IV	4	1,5
Малой точности	От 1,0 до 5	V	3	1
Очень малой точности (грубая)	Более 5	VI	3	1
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	3	1
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:		VIII		
постоянное	—		3	1
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении	—		1	0,3
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении	—		0,7	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями	—		0,3	0,1

¹ Требуется совмещенное освещение.

характеристика окна и фонаря, ориентировочно принимают $\eta_{\phi} = 3 \dots 5$, $\eta_0 = 8 \dots 15$; S_n — площадь пола помещения, м²; $K_{зд}$ — коэффициент, характеризующий затемнение окна от противостоящих

зданий, $K_{зд} = 1 \dots 1,5$; K_z — коэффициент запаса, $K_z = 1,5 \dots 2$, причем меньшее значение используется при вертикальном расположении светопропускающего материала; τ_0 — общий коэффициент светопропускания; r_1, r_2 — коэффициенты, учитывающие повышение КЕО от отраженного света, ориентировочно значение r_1 можно принимать в пределах от 1,5 до 3,0, причем большее значение — при боковом одностороннем освещении, меньшее — при боковом двустороннем; значение коэффициента r_2 выбирается в пределах от 1,1 до 1,4.

По рассчитанной площади световых проемов определяют их размеры и количество.

Основное отличие ночных условий труда от дневных состоит в том, что при ночных условиях отсутствует достаточная освещенность поля зрения работающего равномерно распределенным световым потоком, поэтому необходимо создавать такое *искусственное* освещение, при котором суммарный световой поток от всех установленных в рабочей зоне светильников распределялся бы равномерно. Рекомендуется следующий порядок осуществления мероприятий по устройству искусственного освещения.

А. Определение площади, подлежащей освещению, т.е. участка, рабочей зоны, района ведения работ (РВР), а также площади наибольшей концентрации работ (НКР) и установление ее размеров.

Б. Установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ по всем предлагаемым в соответствии с СНиП 23-05-95* видам освещенности.

В. Выбор системы освещения.

Г. Выбор источников света и расчет потребного их количества.

Д. Выполнение проекта распределения осветительных средств по участку с учетом параметров для установки (углов разворота, склонения, уточненной по конструктивным соображениям высоты подвески) и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока по зданию.

При определении площади участка, подлежащего освещению, руководствуются имеющейся планировкой или правилами определения рабочих зон на каждом рабочем месте и их объединения в производственную площадь или РВР, а затем при необходимости выделяют места НКР (если площадь обширная и не везде одинаково загружена).

Нормирование искусственной освещенности производится согласно СНиП 23-05-95* с учетом разряда и подразряда зрительных работ (размеры объекта различения, цвет фона, величина контраста между объектом и фоном), типа освещения (общее или комбинированное).

Выбор системы освещения предполагает учет большого количества факторов.

Применяемое на производстве искусственное освещение по конструктивному исполнению подразделяют на *общее* и *комбинированное*, состоящее из общего освещения помещения и местного освещения рабочих поверхностей в поле зрения. В свою очередь, общее освещение подразделяется на *общее равномерное* и *общее локализованное* (выполненное с учетом расположения рабочих мест — табл. 3.5). Устройство только местного освещения запрещено, кроме временного (ручными светильниками), от-

Таблица 3.5

Нормы освещенности на рабочих местах

Оборудование, работы	Освещенность, лк
Металлорежущие станки:	
токарные, токарно-затыловочные, резьбо-токарные, координатно-расточные, резьбошлифовальные, заточные, зубообрабатывающие, резьбонакатные	2 000
токарно-револьверные, токарно-винторезные, плоскошлифовальные, круглошлифовальные, внутришлифовальные	1 500
фрезерные	2 000, 1 500*
токарно-карусельные	1 500, 1 000**
продольно-строгальные	1 000
поперечно-строгальные	1 500
лоботокарные, сверлильные	1 000
долбежные, протяжные, отрезные	750
Литейные цехи (отливки II и III класса)	750 (комбинированное освещение); 200 (общее освещение)
Ковочное отделение	200 (общее освещение)
Гильотинные ножницы	200 (общее освещение)
Слесарные и лекальные работы, разметочные плиты	2 000
Отдел технического контроля	2 000

* Размеры стола более 400 × 1 600 мм.

** Диаметр обрабатываемой детали более 2 500 мм.

носящегося к разряду переносного. Согласно СНиП 23-05—95* комбинированное освещение рекомендуется применять в местах с работами I—IV разрядов.

Общее освещение больших производственных площадей, имеющих отдельные участки, которые характеризуются как РВР или НКР, рекомендуется устраивать локализованными к последним, имея в виду, что для остальной площади не требуется такой же освещенности, как на участках ведения работ.

Выбор системы освещения включает в себя и решение вопроса о размещении выбранных источников света над производственной площадью с учетом условий крепления или подвеса, дальности действия, допустимой высоты подвеса, мощности и т. п. Большую роль играют конструктивные особенности здания или сооружения.

При выборе источника света учитывают его вид. Существуют следующие *виды источников света* производственного назначения: лампы накаливания, люминесцентные лампы, разрядные лампы высокого давления, ксеноновые лампы, лампы для специального облучения. Их подробные характеристики приведены в [6, 20, 26, 30, 40].

Для рационального распределения светового потока, идущего от источника света любого вида, защиты глаз от чрезмерной яркости, предохранения источника от механических повреждений и загрязнения, а также для его крепления и подведения к нему электрического тока применяется *осветительная арматура*. Кроме деталей крепежа и электрической проводки конструкция осветительной аппаратуры включает в себя отражатели (рассеиватели) и затенители света.

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, преимущественно отраженного и отраженного света. Выбор тех или иных светильников по распределению света зависит от характера выполняемых в помещении работ, возможности запыления воздушной среды, коэффициентов отражения окружающих поверхностей, эстетических требований.

В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащищенные, взрывозащищенные, взрывобезопасные.

По назначению светильники подразделяют на светильники общего и местного освещения.

Для выбора источников света и расчета их потребного количества разработано три метода расчета.

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является *метод светового потока*, учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен.

Световой поток лампы Φ , лм, при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах

$$\Phi = \frac{100 E_n S z K_z}{N \eta},$$

где E_n — нормированная минимальная освещенность, лк; S — площадь пола помещения, м²; z — коэффициент минимальной освещенности, для ламп накаливания и дуговых разрядных ламп $z = 1,15$, для люминесцентных ламп $z = 1,1$; K_z — коэффициент запаса, для механических цехов $K_z = 1,4 \dots 1,5$, для литейных цехов $K_z = 1,7$, для заготовительных цехов $K_z = 1,7$, для гальванических цехов $K_z = 1,6 \dots 1,7$, для малярных и сварочных работ $K_z = 1,8$, для операторских пунктов $K_z = 1,5$ [26]; N — число светильников в помещении, шт.; η — коэффициент использования светового потока ламп, $\eta = 11 \dots 73$ [26].

Таблица 3.6

Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп

Тип лампы накаливания	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Тип люминесцентной лампы	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
В-125-135-15	135	9,0	ЛДЦ20	820	41,0
В-215-225-15	105	7,0	ЛД20	920	46,0
Б 125-135-40	485	12,0	ЛБ20	1 180	59,0
Б 220-230-40	460	11,5	ЛДЦ30	1 450	48,2
БК 125-135-100	1 630	16,3	ЛД30	1 640	54,5
БК 215-225-100	1 450	14,5	ЛБ30	2 100	70,0
Г 125-135-150	2 280	15,3	ЛДЦ40	2 100	52,5
Г 215-225-150	2 090	13,3	ЛД40	2 340	58,5
Г 125-135-300	4 900	16,6	ЛБ40	3 120	78,0
Г 215-225-300	4 610	16,6	ЛДЦ80	3 740	46,8
Г 125-135-1000	19 100	19,1	ЛД80	4 070	50,8
Г 215-225-1000	19 600	18,6	ЛБ80	5 220	65,3

Примечание. Первые два числа в маркировке лампы обозначают диапазон допустимых напряжений в вольтах, третье — мощность в ваттах.

Подсчитав Φ , можно подобрать ближайшую стандартную лампу (табл. 3.6) и определить мощность всей осветительной системы, или же проверить, обеспечивает ли осветительная установка нормированную величину E_n .

Для расчета локализованного местного освещения применяют *точечный метод*. В основу метода положено уравнение

$$E = \frac{I_a \cos \alpha}{r^2}, \quad (3.14)$$

где I_a — сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд; α — угол между нормалью рабочей поверхности и направлением светового потока от источника; r — расстояние от светильника до расчетной точки, м.

Для практического использования метода вводим в формулу (3.14) коэффициент запаса K_z и заменяем r на $H_p / \cos \alpha$, откуда определяем освещенность:

$$E = \frac{I_a \cos^3 \alpha}{K_z H_p^2},$$

где H_p — высота светильника над рабочей поверхностью, м.

При необходимости расчета освещенности в точке, создаваемой несколькими светильниками, определяют освещенность от каждого из них, а затем полученные значения складывают.

Рассчитанное значение E сравнивают с нормированным или, наоборот, задавшись E_n , определяют I_a и по этой характеристике подбирают подходящий светильник.

Наиболее простым, но наименее точным, поэтому применяющимся при ориентировочных расчетах, является *метод удельной мощности*. Этот метод позволяет определить мощность каждой лампы P_n , Вт, для создания в помещении нормируемой освещенности E_n :

$$P_n = \frac{pS}{n},$$

где p — удельная мощность, Вт/м²; S — площадь помещения, м²; n — число ламп в осветительной установке, шт.

Значения удельной мощности p приводятся в таблицах [26] в зависимости от требуемой освещенности, площади пола помещения, высоты подвеса и типа светильников.

Например, при $E_n = 150$ лк, высоте подвеса светильников над рабочей поверхностью $H_p = 3 \dots 4$ м и площади пола помещения $S = 300$ м величина удельной мощности $p = 6,8$; при тех же условиях и $E_n = 300$ лк — $p = 13,6$.

3.4. Защита персонала предприятия от акустических и механических колебаний

В настоящее время защита от шума — одна из актуальнейших проблем. Рост мощности оборудования и машин, развитие всех видов транспорта привели к тому, что человек не только на производстве, но и в быту постоянно подвергается воздействию шума высокой интенсивности. Неопровержимо доказано, что длительный интенсивный шум приводит к ухудшению слуха, а в отдельных случаях — к глухоте. Через слуховую систему шум оказывает вредное влияние на весь организм, в первую очередь на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, а также на психическое состояние человека. Особая опасность шума состоит в том, что воздействует он постепенно, незаметно для человека, нередко пострадавший долго не осознает его воздействия.

Уровень шума 80... 140 дБ, в зависимости от частоты, приводит к временному нарушению работоспособности, нервному раздражению и отклонению от нормального течения физиологических процессов в организме человека. Работа в таких условиях снижает внимание, ухудшает память, иногда нарушает сон, пищеварение, появляется хроническое переутомление, замедляется скорость психических реакций. Интенсивный шум приводит к росту заболеваемости и снижению производительности труда, поэтому борьба с ним имеет не только санитарно-гигиеническое, но и большое технико-экономическое значение.

В результате колебаний, создаваемых источником звука, возникает переменная составляющая давления воздуха — звуковое давление, которое накладывается на атмосферное давление и является относительно медленно меняющейся величиной. Звуки, распространяющиеся в воздухе, называют воздушными, а колебания в твердых телах — структурным звуком. Чем больше амплитуда колебаний звучащего тела, тем больше амплитуда звукового давления и соответственно сила звука или шума.

Ухо человека способно воспринимать звуковые давления в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^2$ Па. Звуковые давления, характерные для очень громкого звука, вызывающего опущение боли в ушах, больше, чем для едва слышимого в тишине звука, в 10^7 раз. Для удобства пользования на практике применяют логарифмическую шкалу уровней звукового давления, позволяющую резко сократить диапазон значений измеряемых величин.

Установлено, что действие шума на организм человека зависит не только от его уровня, но и от частотного спектра. Ориентировочно частотные границы, воспринимаемые человеком, находятся в пределах от 20 до 20 000 колебаний в секунду (герц — Гц). У лиц среднего и пожилого возраста, например, верхняя грани-

ца слышимой зоны снижается до 10 000 Гц. Звуковой диапазон подразделяют на три класса: низкочастотный (20...400 Гц), среднечастотный (400...1 000 Гц) и высокочастотный (выше 1 000 Гц).

С физиологической точки зрения шумом является всякий нежелательный, неприятный для восприятия человека звук. Как физическое явление шум представляет собой волновое колебание упругой среды.

Уровни шума принято измерять в относительных единицах, называемых децибелами (дБ), по формуле

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{p}{p_0} = 20 \lg \frac{v}{v_0},$$

где L — уровень шума, дБ; I — интенсивность звука, Вт/м²; I_0 — нулевое значение интенсивности звука, Вт/м²; p — звуковое давление, Па; p_0 — нулевое значение звукового давления, условно принятое равным $2 \cdot 10^{-5}$ Па; v — колебательная скорость, м/с; v_0 — нулевое значение колебательной скорости, условно принятое равным $5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Для относительной логарифмической шкалы в качестве нулевых уровней выбраны показатели, характеризующие минимальный порог восприятия звука человеческого голоса на частоте 1 000 Гц.

В случае, когда в расчетную точку попадает шум от нескольких источников n , их интенсивности складываются:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n. \quad (3.15)$$

Искомый уровень звукового давления L , дБ, при одновременной работе этих источников получается путем деления левой и правой частей уравнения (3.15) на I_0 и логарифмирования. После преобразований получаем

$$L = 10 \lg (10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n}),$$

где $L_1, L_2, \dots, L_n$ — уровни звукового давления, создаваемые каждым источником, дБ.

Если имеется n одинаковых источников шума с уровнями звукового давления L_i , то вычисления упрощаются:

$$L = L_i + 10 \lg n.$$

Например, два одинаковых станка совместно создадут уровень шума на 3 дБ больше, чем каждый из них.

Для измерения уровней шума используют приборы, называемые шумомерами, которые обычно снабжены корректирующими

фильтрами с частотными характеристиками А, В, С. Частотные характеристики фильтров соответствуют кривым равной громкости при различных интенсивностях звука.

Общие уровни шума, измеренные с помощью шумомера, называют *уровнями звука* и выражают в децибелах. Обычно уровень звука измеряют по шкале А. Эта величина L_A , дБ А, принята в акустических стандартах многих стран, в том числе в России.

Анализ частотного спектра при определении *уровня звукового давления* осуществляется с помощью набора фильтров, которые позволяют из колебаний сложной формы выделять колебания в исследуемой полосе частот. Приборы, предназначенные для спектрального анализа шума, называются частотными анализаторами или спектрометрами. Дополнительно в измерительной схеме могут применяться статистические анализаторы, магнитофоны, самописцы и другие приборы.

По характеру спектра шумы подразделяют на широкополосные и тональные.

Широкополосным следует считать шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы. Тональным называют шум, в спектре которого имеются слышимые дискретные тона определенной частоты. По временным характеристикам шум подразделяют на постоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБ А, и непостоянный, уровень звука которого за рабочую смену изменяется во времени более чем на 5 дБ А.

В свою очередь, непостоянный шум следует подразделять:

на колеблющийся, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;

прерывистый, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБ А и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;

импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Уровни непостоянного шума измеряются специальными интегрирующими шумомерами — дозиметрами — и оцениваются эквивалентными уровнями звука L_A (среднее квадратичное значение уровня звука в пределах регламентируемого интервала времени).

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест, является ГОСТ 12.1.003—83*.

Уровни шума для территорий жилой и производственной застройки и для различных видов помещений регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.562—96.

Например, согласно ГОСТ 12.1.003—83* уровни звука и эквивалентные уровни звука не должны превышать:

- в помещениях конструкторских бюро, лабораторий для теоретических работ и программирования — 50 дБ А;
- в помещениях управления, рабочих комнатах — 60 дБ А;
- в кабинетах наблюдений и дистанционного управления: без речевой связи по телефону — 70 дБ А; с речевой связью по телефону — 65 дБ А;
- в помещениях точной сборки — 65 дБ А;
- в помещениях лабораторий для проведения экспериментальных работ — 75 дБ А;
- на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений — 80 дБ А.

При измерениях микрофон следует располагать на уровне головы человека, подвергающегося воздействию шума. Микрофон должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от экспериментатора. Измерения шума на рабочих местах должны производиться при работе не менее 2/3 установленных в помещении единиц технологического оборудования, при этом должны быть включены наиболее сильные источники шума.

Измеренные уровни звука или уровни звукового давления в каждой октавной полосе частот должны быть ниже нормативных значений. Если имеются превышения, то необходимо предусмотреть мероприятия по глушению источников шума. В этом случае требуется снижение уровней шума

$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L_N,$$

где L — измеренное значение уровня шума, дБ А; L_N — нормативное значение уровня шума, дБ А.

Данные об уровнях звуковой мощности производственного оборудования приведены в [46].

Стандартами системы безопасности труда и другими стандартами предусмотрены пять методов измерения шумовых характеристик источников шума: два точных, два технических и один ориентировочный.

В производственных условиях наиболее широко применим (ввиду отсутствия специальных измерительных помещений) ориентировочный метод измерения шумовых характеристик источников шума в местах их эксплуатации согласно ГОСТ Р 51400—99. Замеры проводятся на расстоянии 1 м от наружного контура оборудования.

Нахождение показателя направленности источника шума возможно в заглушенной камере по точному методу и в свободном звуковом поле над звукоотражающей поверхностью при техническом методе измерения.

Методы и средства *борьбы с шумом* принято подразделять на методы снижения шума в источнике его образования; методы снижения шума на пути его распространения; СИЗ от шума.

Снижение шума *в источнике его образования* достигается путем конструктивного изменения источника:

заменой возвратно-поступательного перемещения деталей вращательным;

заменой ударных процессов безударными (штамповки — прессованием, клепки — сваркой, обрубки — фрезерованием и т.д.);

повышением качества балансировки вращающихся деталей и класса точности изготовления деталей;

улучшением смазки и класса чистоты трущихся поверхностей; заменой материалов, а также заменой зубчатых передач клиноременными и гидравлическими;

заменой подшипников скольжения подшипниками качения; обеспечением рассогласования собственных частот колебаний механизма с частотой возбуждающей силы;

уменьшением частоты вращения валов;

изменением конфигураций быстровращающихся деталей и т.д.

Методы снижения шума *на пути его распространения* включают в себя акустическую обработку помещений; изоляцию источников шума или помещений от шума, проникающего извне; применение глушителей шума. Эти методы подробно освещены в [5, 6, 26, 28, 31, 39, 40].

Применение СИЗ при таких производственных процессах, как клепка, обрубка, штамповка и т.д., предотвращающими профессиональные заболевания работающих, подразумевает использование вкладышей, наушников и шлемов.

Вкладыши бывают мягкими — вставляемые в слуховой канал мягкие тампоны из ультратонкого волокна, иногда пропитанные смесью воска и парафина, и жесткими (эбонитовые, резиновые) в форме конуса. Это самые дешевые, но недостаточно эффективные (снижение шума на 5... 20 дБ) и удобные средства.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной; наиболее эффективны на высоких частотах. Тип наушника выбирается по акустическим характеристикам шума.

Шлемы применяются при воздействии шумов с высокими уровнями (более 120 дБ), когда шум действует непосредственно на мозг человека, а вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты.

Одним из негативных факторов производственной среды является *вибрация*.

Степень и характер воздействия вибрации на организм человека зависят от ее параметров, направления воздействия и вида.

Тело человека условно можно рассматривать как сочетание масс с упругими элементами. Наиболее опасны колебания рабочих мест, имеющих частоту, резонансную с колебаниями отдельных органов тела человека. Большинство внутренних органов человека имеют собственную частоту в пределах 6...9 Гц. На стоящего на вибрирующей поверхности человека действуют два резонансных пика — частоты 5...12 и 17...25 Гц, на сидящего — частоты 4...6 Гц.

Установлено, что человек начинает ощущать вибрацию при колебательной скорости примерно $1 \cdot 10^{-4}$ м/с, а при скорости 1 м/с возникают болевые ощущения.

Под вибрацией понимается движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Принято различать общую и локальную вибрацию. Общая вибрация действует на весь организм человека через опорные поверхности — сиденье, пол. Локальная вибрация оказывает воздействие на отдельные части тела.

При действии на организм общей вибрации в первую очередь страдают опорно-двигательная система и такие анализаторы, как вестибулярный, зрительный, тактильный. У рабочих вибрационных профессий возникают головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания. Общая низкочастотная вибрация отрицательно влияет на обменные процессы организма.

Локальная вибрация, имеющая широкий частотный спектр, вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно она действует на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывает снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Рабочие жалуются на ноющие, ломящие, тянущие боли в руках, часто по ночам. Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а колебания высоких частот — спазм сосудов.

В производственных условиях длительное воздействие вибрации приводит к нарушению здоровья человека, а порой к вибрационной болезни, которая в основном связана с заболеваниями нервной системы. Возникновению заболевания способствуют и такие побочные факторы, как охлаждение, понижение атмосферного давления, шум, большие мышечные усилия.

Особенно опасны явления резонанса человеческого тела, отдельных его частей под действием вибраций при совпадении собственных частот с частотами внешних сил.

Влияние вибрации на человека зависит не только от места приложения, но и от ее спектрального состава, временного характера, направления, продолжительности воздействия. Изменения в организме, возникающие при воздействии вибрации, связаны с величиной колебательной энергии, поглощенной телом человека, при этом наиболее значимыми и подлежащими регламентированию являются спектральный состав и величины виброскорости [20].

Общей вибрации подвергаются рабочие и водители транспортных средств, операторы мощных штампов; рабочие литейных цехов, обслуживающие выбивные решетки, формовочные и другие машины; обслуживающий персонал дизелей, компрессоров.

Источниками локальной вибрации являются кузнечно-прессовое оборудование, оборудование гальванических цехов, металло-режущие станки, трамбовки, пневматические рубильные молотки и другое оборудование. Повышенные уровни локальной вибрации возникают в сборочных цехах при сверлении, зенковании, шлифовании, полировании, шабренин, обрубке, отливании, зачистке, гибке, правке листовых и маложестких деталей, различного рода очистке и промывке деталей.

Вибрация может характеризоваться как *абсолютными*, так и *относительными* параметрами.

Абсолютными параметрами вибрации являются вибросмещение, виброскорость и виброускорение.

Основной относительный параметр вибрации — *уровень виброскорости*, дБ:

$$L_v = 10 \lg \frac{v^2}{v_0^2} = 20 \lg \frac{v}{v_0},$$

где v — амплитуда виброскорости, м/с; v_0 — пороговое значение виброскорости, $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012—2004 контролю подлежат следующие виды общей вибрации: транспортная, транспортно-технологическая (для внутрицехового транспорта), технологическая, принципы нормирования которых одинаковы.

Нормируемыми параметрами вибрации являются средние квадратические значения *виброскоростей*, их логарифмические уровни или *виброускорения* в октавных полосах частот (для общей и локальной вибрации) и в $1/3$ -октавных полосах (для общей вибрации). Общая вибрация нормируется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 1; 2; 4; 8; 16; 32; 63 Гц и в $1/3$ -октавных полосах со среднегеометрическими частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 20,0; 25; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц.

Локальная вибрация нормируется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 8; 16; 32; 63; 125; 250; 500; 1 000 Гц.

Нормируются вибрации в направлении трех ортогональных осей координат x , y , z (x , y — горизонтальные оси; z — вертикальная ось).

Допустимые значения параметров транспортной, транспортно-технологической и технологической вибрации приведены в ГОСТ 12.1.012—2004 и СН 2.2.4/2.1.8.566—96. Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями. Так, суммарное время работы в контакте с ручными машинами, вызывающими вибрации, не должно превышать $2/3$ рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, которые входят в данную операцию, не должна превышать 15...20 мин.

Суммарное время работы с виброинструментом не должно превышать для слесаря-сборщика 30 % сменного рабочего времени, для электромонтажника — 22 %, для наладчика — 15 %. При работе с виброинструментом масса оборудования, удерживаемая руками, не должна превышать 10 кг, а сила нажима — 196 Н.

Изменение параметров вибрации осуществляют с помощью приборов, называемых виброметрами. В настоящее время в качестве виброизмерительной и шумоизмерительной аппаратуры используют отечественные приборы ИШВ-2, ВШВ-003; из зарубежной аппаратуры применяют универсальные виброакустические комплекты фирм RFT (Германия) и «Брюль и Кьер» (Дания).

Борьба с вибрацией начинается еще при проектировании технологических процессов и производственных зданий и сооружений путем разработки схемы размещения машин с учетом создания минимальных уровней вибраций на рабочих местах, последующих расчетов ожидаемых уровней вибраций на рабочих местах, выбора строительных решений оснований и перекрытий для установки машин.

Как при проектировании производственного оборудования, так и при его установке практически всегда требуется применение средств виброзащиты.

По организационному признаку средства виброзащиты подразделяются на средства индивидуальной и коллективной виброзащиты.

Средства индивидуальной защиты *от вибрации* по месту контакта оператора с вибрирующим объектом подразделяются на следующие:

для рук оператора — изолирующие рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки;

для ног оператора — специальная обувь, подметки, наколенники;

для тела оператора — нагрудники, пояса, специальные костюмы. Общие требования к СИЗ рук от вибрации регламентируются ГОСТ 12.4.002—97.

По отношению к источнику возбуждения вибрации СКЗ подразделяются на средства, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения, и средства, снижающие параметры вибрации в направлении ее распространения.

Воздействие на источник возбуждения вибрации сводится к изменению конструктивных элементов источника возбуждения и характера вынуждающих сил и моментов, обусловленных рабочим процессом в машине, а также к уравниванию отдельных элементов машин и к применению методов отстройки от резонансных явлений.

Отстройка от режима резонанса производится либо посредством рационального выбора массы и упругости колеблющейся системы, либо изменением частоты вынуждающей силы.

В направлении распространения вибрацию снижают использованием дополнительных устройств, встраиваемых в конструкцию машины (виброгасящие, виброизоляционные), применением демпфирующих покрытий, а также использованием антифазной синхронизации двух или нескольких источников возбуждения. В отдельных случаях комбинации этих методов могут совмещаться.

Средства динамического виброгашения по принципу действия подразделяются на динамические (пружинные, маятниковые, эксцентриковые, гидравлические, действующие в противофазе к колебательной системе) и ударные (маятниковые, пружинные, плавающие, камерного типа — как глушители шума). Динамическое виброгашение осуществляется также при установке агрегата на массивном фундаменте.

Независимо от схемы виброфундамент (одно- или двухзвенная) его расчет проводится в следующем порядке.

1. Определение частоты f , Гц, возбуждающей силы:

$$f = \frac{n}{60},$$

где n — частота вращения приводного двигателя (число оборотов), об/мин.

2. Определение частоты собственных колебаний f_0 , Гц, всей установки (с виброфундаментом):

$$f_0 = 5 \sqrt{\frac{ES}{HQ}},$$

где E — модуль упругости виброгасящего материала, Па, для мастики «Антивибри-2» $E_{\text{ж}} = 3 \cdot 10^9$ Па; для мастики «А-2» $E = 5 \cdot 10^9$ Па;

для мастики «Агат» $E = 1 \cdot 10^9$ Па; для резины марки 1002 $E = 1 \cdot 10^7$ Па, марки 615 — $E = 1,8 \cdot 10^6$ Па; для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па; для алюминиевых сплавов $E = 7,2 \cdot 10^{10}$ Па; для стеклопластика $E = 2,1 \cdot 10^{10}$ Па; S — общая площадь виброфундамента, м^2 ; H — высота виброфундамента, м; Q — действующая сила, Н, $Q = Mg$; M — масса оборудования, кг; g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

3. Определение коэффициента передачи, обуславливающего качество виброизоляции:

$$K_n = \frac{1}{(f^2/f_0^2) - 1}.$$

Величина K_n должна находиться в диапазоне не более $1/8 \dots 1/15$. Если это условие не выполняется, то может возникнуть резонансное явление и необходимо увеличить либо f (число оборотов приводного двигателя) либо f_0 , т.е. пересмотреть параметры и материал виброфундамента.

4. Определение достигнутого уровня снижения виброскорости, дБ:

$$\Delta L = 40 \lg \frac{f}{f_0}.$$

Величина ΔL сравнивается с нормируемой, дБ:

$$\Delta L \geq L_{\text{изм}} - L_n, \quad (3.16)$$

где $L_{\text{изм}}$ — измеряемая величина виброскорости, дБ; L_n — нормируемая величина виброскорости, дБ (ГОСТ 12.1.012—2004).

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения к защищаемому объекту путем введения в колебательную систему дополнительной упругой связи. Эта связь препятствует передаче энергии либо от колеблющегося агрегата к основанию, либо от колеблющегося основания к человеку или защищаемым конструкциям.

Виброизоляция осуществляется путем установки источников вибрации на виброизоляторы, применением гибких вставок в коммуникациях воздухопроводов, использованием упругих прокладок в узлах крепления механизмов, воздухопроводах, перекрытиях, несущих конструкциях зданий, ручном механизированном инструменте и т.д.

В машиностроении для виброизоляции стационарных машин с вертикальной возбуждающей силой чаще всего применяют резиновые, пружинные и комбинированные виброизоляторы (опоры, коврики, фундаменты). Их упругие элементы могут быть металлическими, полимерными, волокнистыми, пневматическими, гидравлическими, электромагнитными.

Тип виброизолятора выбирается в зависимости от массы, частоты колебаний, предполагаемого числа изоляторов и требуемого снижения уровня вибраций.

Расчет вибропоглощающей прокладки, например устанавливаемой под вибробункером, подающим заготовки, производится в следующем порядке:

- по формуле (3.16) определяется требуемый уровень снижения виброскорости ΔL , дБ;
- определяется достигнутый уровень снижения вибраций, дБ:

$$\Delta L_d = 10 \lg \frac{\eta_2}{\eta_1},$$

где η_1 — коэффициент потерь в металлической конструкции до применения виброизолирующей прокладки, для стали $\eta_1 = 1 \cdot 10^{-4}$; для алюминия $\eta_1 = 0,5 \cdot 10^{-3}$; η_2 — коэффициент потерь в металлической конструкции с применением виброизолирующей прокладки:

$$\eta_2 = \eta_1 \frac{E_n}{E_m} \left(\frac{h_n}{h_m} \right)^2,$$

где E_n , E_m — модуль упругости соответственно виброизолирующего материала и металлической конструкции, Па; h_n — толщина вибропрокладки, м; h_m — толщина покрываемого материала, м;

- сравниваются величины ΔL и ΔL_d и делается вывод об эффективности вибропрокладки или необходимости ее замены.

Вибродемпфирование заключается в уменьшении уровня вибрации защищаемого объекта за счет превращения энергии механических колебаний колеблющейся системы в тепловую энергию. Вибродемпфирующие свойства материалов определяются коэффициентом потерь δ . Чем выше коэффициент потерь δ , тем большего эффекта вибродемпфирования можно достичь.

Вибродемпфирование осуществляется:

- путем изготовления колеблющихся объектов из материалов с высоким коэффициентом потерь, т.е. из сплавов на основе систем Cu—Ni, Ni—Co, а также из пластмасс, дерева, резины, капрона, текстолита;

- нанесением на колеблющиеся объекты материалов с высоким коэффициентом потерь. Действие таких покрытий основано на ослаблении вибраций путем перевода колебательной энергии в тепловую при деформациях покрытия.

Вибропоглощающие покрытия по своим упругим свойствам подразделяют на жесткие и мягкие.

К жестким вибропоглощающим покрытиям ($E = 10^8 \dots 10^9$ Па) относятся твердые пластмассы, рубероид, изол, битумизированный войлок, фольга, гидроизол, стеклоизол, фольгоизол и другие материалы.

К мягким вибропоглощающим покрытиям ($E < 10^8$ Па) относятся мягкие пластмассы, материалы типа резины (пеноэласт, технический винипор), отдельные виды пластиков и пенопластмасс.

Для вибрирующих объектов сложной конфигурации, где невозможно использовать листовые вибропоглощающие покрытия, применяют мастики ВД17-58, ВД17-59, ВД17-63, «Антивибрит» и др. (коэффициент потерь $0,3 \dots 0,45$). Их применяют для снижения вибрации в вентиляционных системах, трубопроводах, насосах, центробежных компрессорах.

Оптимальная толщина покрытия должна быть равна двум-трем толщинам демпфируемого элемента конструкции.

В промышленности широко применяются *ультразвук* и *инфразвук*.

Под *ультразвуком* понимаются колебания, распространяющиеся в воздухе, жидкой и твердой средах с частотой свыше $16\,000$ Гц.

Плотность энергии (в единице объема) ультразвуковых колебаний и волн в миллионы раз больше плотности звуковой энергии слышимых звуков, поэтому ультразвук сильнее воздействует на человека. Это воздействие выражается в нагреве тела или воздействии колебаний на руки работающих через жидкие и твердые среды (происходит разрыв и разрушение тканей тела в результате переменных растяжений и сжатий клеток тела энергией звуковой волны).

Пребывание человека в звуковом поле вблизи ультразвуковых установок вызывает усталость, боль в ушах, рвоту, расстройство нервной системы.

Источниками ультразвука являются генераторы, работающие в диапазоне $12 \dots 22$ кГц (обработка жидких расплавов, очистка отливок, очистка газов). В гальванических цехах ультразвуковые колебания возникают при работе ванн очистки и обезжиривания деталей, причем их воздействие сохраняется на расстоянии $25 \dots 50$ см от оборудования. При загрузке и выгрузке деталей происходит непосредственное контактное воздействие ультразвука.

В сборочных цехах ультразвуковые поля высокой интенсивности возникают при удалении загрязнений с помощью ультразвука, химического травления, обдувки (очистки) деталей, а также при сборке неподвижных неразъемных соединений под действием осевой силы и при сборке методом склеивания, при контроле сборочных соединений.

Нормирование допустимых уровней звукового давления на рабочих местах при действии ультразвука производится в соответствии с ГОСТ 12.1.001—89 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.582—96.

Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок не должны превышать 110 дБ.

Нормируется и суммарное время воздействия ультразвука на работающих.

Измерение уровней звукового давления ультразвука, распространяющегося в воздушной среде, производится на уровне головы человека, на расстоянии 5 см от уха. Микрофон бывает направлен в сторону источника ультразвука и удален не менее чем на 0,5 м от человека, производящего измерение.

Аппаратура включает микрофон (для твердой среды — датчик), электрическую цепь с линейной характеристикой, набор 1/3-октавных фильтров и измерительный прибор со стандартными временными характеристиками.

Для защиты от ультразвука, передающегося через воздушную среду, применяют звукоизоляцию — экраны между оборудованием и человеком, помещение установок в специальных помещениях, кабинах, герметичных звукоизолирующих кожухах. Рекомендуется при проектировании ультразвукового оборудования использовать более высокие частоты, поскольку для них допустимые уровни звукового давления выше.

Ультразвуковые установки размещают в отдельных помещениях, кабинах, специальных кожухах. Их поверхности покрывают звукоизолирующими материалами. Звукоизолирующие кожухи изготавливают из листового стали, дюралюминия, резины и покрывают звукоизолирующими материалами. Применяют защитные экраны из органического стекла.

Запрещается непосредственный контакт человека с колеблющимися средами, поэтому применяются специальные держатели и манипуляторы для дистанционной работы. Рабочие операции по возможности рекомендуется выполнять при отключенном источнике ультразвуковых колебаний.

Для защиты органов слуха применяют противошумы и заглушки из очень тонкой стекловаты. Руки защищают резиновыми и хлопчатобумажными перчатками одновременно. В качестве спецодежды применяют комбинезон из очень плотной ткани.

Инфразвук возникает при работе вентиляторов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, любых механизмов, работающих при частоте вращения вала меньше 20 с^{-1} .

Инфразвук — это колебания, распространяющиеся в воздухе, жидкой и твердой средах с частотой ниже 16 Гц. Такие колебания человек не слышит, но чувствует. Более того, высокий уровень

инфразвука может вызывать нарушения функции вестибулярного аппарата, приводя к головокружениям, головным болям, а также снижает внимание, работоспособность и приводит к появлению чувства страха и общему недомоганию. Предполагают, что инфразвук оказывает сильное влияние на психику людей. Люди хуже всего чувствуют себя при воздействии инфразвука и воздушных вибраций частотой примерно 7 Гц, так как может возникнуть резонанс грудной клетки и брюшной полости.

Нормативным документом, ограничивающим действие инфразвука, являются гигиенические нормативы инфразвука на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки — СН 2.2.4/2.1.8.583—96. В соответствии с этим документом *уровни звукового давления* в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16 Гц должны быть не более 105 дБ, а для полос с частотой 32 Гц — не более 102 дБ.

Большая длина волны позволяет инфразвуку распространяться на значительные расстояния, достигающие десятков тысяч километров, его невозможно остановить с помощью строительных конструкций и СИЗ, поэтому *меры борьбы* нужно применять непосредственно к источнику его возникновения: увеличение частоты вращения валов до 20 об/с и более; повышение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; конструктивные изменения источников, позволяющие из области инфразвуковых колебаний перейти в область звукового колебания, допускающую применение известных методов звукоизоляции и звукопоглощения.

3.5. Эргономические и эстетические требования к обеспечению комфортных условий труда

Неотъемлемой частью проектирования производственного оборудования и организации производственной среды является соблюдение требований эргономики и технической эстетики.

Эргономика — научная дисциплина, изучающая функциональные возможности человека в трудовом процессе в целях создания для человека оптимальных условий труда. Название «эргономика» происходит от греческих слов: *ergon* — труд, *nomos* — закон.

Об эргономике как о науке стали впервые говорить в Англии в 1949 г., когда группа ученых (физиологов и инженеров) создала Эргономическое исследовательское общество для изучения деятельности человека в условиях производства. «Корни» эргономики уходят в ряд наук и научных дисциплин, которые сформировались раньше: промышленная санитария, гигиена и физиология труда, психология труда, социология, антропология и др.

Современная эргономика обладает комплексными методами исследований, богатым математическим аппаратом, компьютерным обеспечением, позволяющими рационализировать труд человека в условиях производства. Эргономическое обеспечение стало обязательным на уровне государственных стандартов и норм на всех этапах создания и модификации промышленного оборудования.

Теоретическим и прикладным основам эргономики, содержанию и характеристикам трудовой деятельности человека посвящено большое количество работ, например [15, 48, 49].

Требования эргономики к организации и проектированию трудовых процессов подразделяются на экономические, психофизиологические, психологические, гигиенические, эстетические и социальные [48].

К *экономическим* требованиям относятся повышение технической вооруженности труда, наиболее полное использование оборудования и организация рабочего места, выбор оптимальной технологии, устранение лишних трат рабочего времени, строгая регламентация темпа и ритма работы.

К *психофизиологическим* требованиям относятся установление соответствия скоростных, энергетических, зрительных и других физиологических возможностей человека и особенностей рассматриваемого технологического процесса, введение рациональных режимов труда и отдыха, сокращение объема информации, снижение нервно-эмоциональных напряжений и физических нагрузок, профессиональный отбор.

К *психологическим* требованиям относится установление соответствия закреплённых и формируемых навыков и возможностей восприятия, памяти и мышления.

К *антропометрическим и биомеханическим* требованиям относится установление соответствия орудий труда размерам, форме и массе тела человека, силе и направлению движений.

К *гигиеническим* требованиям относится обеспечение оптимальных метеорологических условий, оптимального физико-химического состава воздушной среды, освещенности, уровней шума и вибраций в пределах требований нормативных документов.

К *эстетическим* требованиям относится определение соответствия эстетических потребностей человека и реализуемых в дизайнерских решениях рабочих мест (орудий труда) и производственной среды.

К *социальным* требованиям относятся повышение уровня профессиональной подготовки, содержательности труда, творческой активности трудящихся, совершенствование кооперации труда, повышение эффективности управления производственными процессами и др.

На практике, при проектировании и модернизации промышленного оборудования, приспособлений, конвейеров, средств механизации и автоматизации, при установке оборудования, когда определяются размеры свободного пространства, проходов, проездов, настилов, лестниц, рабочей мебели, и во многих других реальных ситуациях, требующих учета функциональных способностей и возможностей человека-оператора, на помощь специалистам приходят требования и рекомендации, содержащиеся в государственных стандартах ССБТ, отраслевых стандартах охраны труда, отраслевых методических разработках прикладного эргономического характера — в руководящих материалах, компьютерных базах данных и т. д.

Рассмотрим основные эргономические требования, имеющие отношение к обеспечению безопасности труда в машиностроении.

Решение эргономических вопросов при определении общих размеров зон обслуживания и наладки производственного оборудования, размеров опасных зон подразумевает выполнение требований следующих стандартов:

- ГОСТ 12.2.032—78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;

- ГОСТ 12.2.033—78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования»;

- ГОСТ 12.2.049—80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования».

При проектировании технологических процессов учитывают положения ГОСТ 22269—76, который регламентирует требования к взаимному расположению пульта управления, средств отображения информации, органов управления, рабочего сиденья, вспомогательного и основного оборудования, организационно-технических средств. Соблюдение указанных требований обеспечивает удобную рабочую позу человека, пространство для его размещения, возможность обзора рабочего места и производства за его пределами, возможность размещения документации и (при необходимости) ведения записей.

При выборе, проектировании или анализе органов управления станками и другим оборудованием — выключателей и переключателей поворотных, клавишных и кнопочных, тумблеров, рычагов, маховиков, педалей — следует учитывать положения ГОСТ 22613—77, ГОСТ 22614—77, ГОСТ 22615—77, ГОСТ 21752—76, ГОСТ 21753—76.

Эргономические требования к визуальным средствам отображения информации — индикаторам, табло, мнемосхемам — содержатся в ГОСТ 21829—76, ГОСТ 21786—76, ГОСТ 22902—78.

При организации ручных погрузочно-разгрузочных работ и перемещении грузов вручную следует руководствоваться требова-

ниями ГОСТ 12.3.009—76* и ГОСТ 12.3.020—80*, а при использовании в качестве вспомогательного оборудования различных транспортеров — ГОСТ 12.2.022—80*.

Пользование этими и другими руководящими материалами в настоящее время существенно облегчено использованием компьютерных баз данных по эргономике [2].

Рекомендуемые размеры рабочих площадок, применяемых при обслуживании крупногабаритного оборудования, представлены на рис. 3.5.

Кроме психофизиологических данных при эргономическом проектировании требуются данные по другим разделам эргономики, обозначенным ранее. Например, обеспечение благоприятного *психологического климата* потребует не только учета типа нервной системы, особенностей характера и мотивации человека и других его личностных характеристик, но и показателей напряженности и монотонности труда. Еще в 1970-е гг. установлено [10], что физиологически и психологически оправданна такая повторяемость трудовых операций, которая не превышает 180 раз/ч. Повторяемость от 191 до 300 раз/ч рассматривается уже как повышенная, от 301 до 600 раз/ч — как большая, свыше 600 раз/ч — как особо большая. Избыточная повторяемость однородных производственных операций (монотонность) ведет к развитию торможения в центральной нервной системе человека, замедлению рабочих движений, повышенной утомляемости, снижению производительности труда. В то же время установлено [3], что человеческий фактор часто становится определяющим при возникновении аварий в технических системах. Неблагоприятные

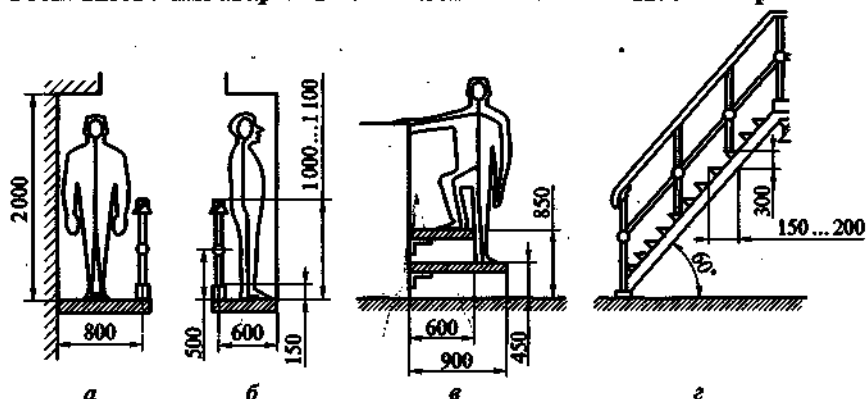


Рис. 3.5. Рабочие площадки, применяемые при обслуживании крупногабаритного оборудования:

а, б — рабочие площадки с ограждениями; в — открытая площадка со ступенькой; г — лестница

психологические качества человека становятся на отдельных производствах причиной 40 % несчастных случаев.

Под *эстетизацией производственной среды* — еще одним важным резервом оптимизации условий труда — понимается деятельность, направленная на эстетическое преобразование рабочих мест, цехов или участков, вспомогательных помещений и территории предприятия [21]. Цель эстетизации производства — удовлетворение духовных потребностей работающих и развитие эстетического отношения к процессу труда и его результатам.

Эстетические, дизайнерские методы, направленные на создание гармонически целостной, композиционно отработанной формы, тесно переплетаются с задачами повышения уровня функциональности оборудования, улучшения удобства обслуживания, создания благоприятных санитарно-гигиенических условий. Средства, используемые для формирования производственной среды, определяются конкретными практическими задачами, но во всех случаях необходимым условием является комплексность решения вопросов, связанных с ее эстетическим преобразованием: создание оптимального освещения, цветовое решение, элементы декора, озеленение, рекламные средства, малые архитектурные формы и другие средства современного дизайна и архитектуры.

3.6. Обеспечение комфортных и безопасных условий труда пользователей видеотерминалами и персональными ЭВМ

Трудовая деятельность операторов технологических процессов, специалистов все чаще бывает связана с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ) и персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ); приемом и вводом информации; наблюдением и корректировкой решаемых по готовым программам задач; разработкой и отладкой программ; ведением расчетов и т.д. Работа с ВДТ и ПЭВМ относится к категории работ, связанных с вредными и опасными условиями труда. Диалог с ВДТ или ПЭВМ, а также выполнение профилактических и ремонтных работ могут сопровождаться действием таких негативных факторов, как повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного излучения; повышенный уровень статического электричества; повышенное содержание положительных и отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны; неравномерность распределения яркости в поле зрения и др. В то же время работа оператора с ПЭВМ и ВДТ сопровождается

повышенной нервно-эмоциональной напряженностью, монотонностью, наличием длительных статических нагрузок, а рабочее место, как показывает практика, часто бывает организовано нерационально (стихийно).

Например, типичными являются следующие организационные недостатки: использование старых, тесных (загроможденных шкафами, сейфами и другой мебелью) помещений; плохая организация освещения; неудобная расстановка оборудования; использование обычной рабочей мебели (подставок под компьютеры и сидений) вместо регламентированной гигиеническими нормами; отсутствие технической документации (сведений) гигиенических характеристиках применяемых ВДТ и мониторов; отсутствие инструкций по охране труда. В то же время действуют Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (СанПиН 2.2.2/2.4.1340—03).

Нормативные требования СанПиН 2.2.2/2.4.1340—03 при организации или аттестации рабочих мест пользователей ВДТ и ПЭВМ должны быть, как минимум, дополнены требованиями ГОСТ 12.2.032—78, ГОСТ 12.2.007.0—75*.

Чтобы эффективно применять указанные нормативные акты и оптимально организовать рабочее место пользователя ВДТ и ПЭВМ, можно воспользоваться следующей методикой:

- изучение особенностей производственного подразделения, использующего ВДТ или ПЭВМ (кадровый состав подразделения, служебные обязанности персонала, распределение обязанностей);
- вычерчивание планировки помещения с компоновкой и перечнем оборудования (или получение соответствующей технической документации);
- получение оценки (на основании опроса персонала подразделения) условий труда в подразделении, в том числе оценки психологического климата (благоприятный, весьма благоприятный, неблагоприятный) и негативных психологических явлений;
- ознакомление с требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340—03 и другой нормативно-технической документации;
- проведение аттестации условий труда в подразделении с заполнением протокола аттестации [35];
- разработка конкретных рекомендаций и мероприятий по обеспечению комфортных и безопасных условий труда в подразделении с вычерчиванием рекомендуемой планировки оборудования;
- выполнение расчетов по прогнозированию эффективности предложенных мероприятий [35].

Необходимую помощь при организации рабочих мест пользователей ВДТ и ПЭВМ может оказать Типовая инструкция по охране труда для операторов и пользователей персональных элект-

ронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ), разработанная специалистами Государственной инспекции труда по Московской области.

Контрольные вопросы

1. Определите понятие «микроклимат производственного помещения».
2. Какие виды вентиляции применяются в промышленности?
3. Изложите принцип организации (расчета) отопительной системы промышленного объекта.
4. Назовите основные виды и количественные характеристики производственного освещения.
5. Назовите методы расчета искусственного производственного освещения.
6. Назовите основные виды источников производственного освещения.
7. Какие характеристики производственного шума нормируются?
8. Назовите методы защиты от производственного шума.
9. Назовите основные средства снижения шума на пути его распространения.
10. Назовите виды СИЗ от вибрации.
11. Назовите опасности, связанные с использованием ультразвукового оборудования, и СКЗ от них.
12. Назовите основные СКЗ от электромагнитных излучений.
13. Изложите порядок нормирования ионизирующих излучений и организации работ с их источниками.
14. Назовите основные СКЗ персонала при эксплуатации лазерной установки.
15. Какие требования и рекомендации эргономики необходимо учитывать при организации рабочих мест?
16. Изложите порядок организации рабочего места пользователя ПЭВМ.

Глава 4

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ И НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ И ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

4.1. Меры обеспечения экологической безопасности промышленного предприятия

При рассмотрении вопросов правильного проектирования промышленного предприятия, были указаны требования к обеспечению нормируемых параметров внешней среды обитания человека.

Среда обитания человека — *окружающая среда* — характеризуется совокупностью физических, химических и биологических факторов, способных при определенных условиях оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность и здоровье человека [27, 29].

Вопросами развития окружающей среды занимается *экология* — наука о взаимоотношении живых организмов и среды их обитания. Рациональное решение экологических проблем возможно лишь при оптимальном взаимодействии природы и общества, обеспечивающем, с одной стороны, дальнейшее развитие общества, с другой — сохранение и поддержание восстановительных сил в природе, что достижимо лишь при проведении широкого комплекса практических мероприятий и научных исследований по охране окружающей среды.

Интенсивный рост населения планеты, бурное развитие урбанизации, промышленности, транспорта, энергетики, индустриализации и химизации сельского хозяйства — характерные черты XXI в. Повсеместно отмечается усиление антропогенного фактора (т.е. производимого людьми), его воздействия на окружающую среду, негативные последствия которого приобретают глобальный характер: наблюдается недопустимо высокая степень загрязнения воздуха и воды; отдельные регионы объявлены зоной экологического бедствия, вызванного, в частности, распространением радиоактивного загрязнения.

Атмосфера загрязняется выбросами, содержащими оксиды серы, азота, углерода, углеводороды, частицы пыли. В водоемы и реки попадают нефть и отходы нефтепродуктов, вещества органического и минерального происхождения, в почвенный по-

кров — шлаки, зола, промышленные отходы, кислоты, соединения тяжелых металлов и др.

Неблагоприятное влияние на жизнедеятельность человека оказывают шум, вибрации, инфразвук, а также воздействия электромагнитных полей и различных излучений (ультрафиолетовых, инфракрасных, световых, ионизирующих).

Наиболее уязвимые составляющие окружающей среды, без которых невозможно существование человека и которым наносится наибольший ущерб промышленностью, — воздушная и водная среды, а также почва.

Воздушная среда (атмосфера) может быть наружной, в которой человек проводит 10...15 % времени; внутренней производственной, в которой человек проводит примерно 1/3 времени; внутренней жилой, в которой люди пребывают до 60...70 % времени.

У поверхности Земли содержание воздуха следующее, %: азот — 78,08; кислород — 20,95; инертные газы — 0,94; диоксид углерода — 0,03. На высоте 5 км содержание кислорода остается неизменным, содержание азота увеличивается до 78,89 %. У поверхности Земли воздух имеет различные примеси, в частности, в городах — более 40 ингредиентов, чуждых природной воздушной среде. Внутренний воздух в жилищах и конторских помещениях отличается, как правило, повышенным содержанием диоксида углерода CO_2 . Внутренний воздух производственных помещений содержит примеси, характер которых определяется технологией производства.

Водная среда включает в себя поверхностные и подземные воды. Поверхностные воды в основном сосредоточены в Мировом океане — 94 % всей воды на Земле; площадь поверхности Мирового океана (акватория) составляет 361 млн км^2 , что примерно в 2,4 раза больше площади суши. Подземные воды (4,1 % гидросферы) могут быть солеными, солоноватыми и пресными.

Для производственной деятельности человечества и его хозяйственно-бытовых нужд требуется пресная вода, количество которой составляет 2,7 % общего объема воды на Земле, причем всего 0,36 % ее имеется в доступных для добывания местах. Большая часть пресной воды содержится в снегах и пресноводных айсбергах в районах Северного и в основном Южного полярного круга.

При отсутствии пресной воды используют соленую поверхностную или подземную воду, производя ее опреснение, или *гиперфильтрацию*: пропускают под большим перепадом давлений через полимерные мембраны с микроскопическими отверстиями, задерживающими молекулы соли.

Почва — верхний слой литосферы (земной коры) — занимает особое место среди всех природных богатств: дает продукты пи-

тания, корм для скота, волокно для одежды, лесоматериалы и т. д. Толщина почвы составляет в среднем 16...20 см, в некоторых районах суши (ледники, скалы, вулканические извержения) она вообще отсутствует, а в некоторых достигает 1,5...2 м. Под совокупным воздействием климата, растительности, жизнедеятельности организмов, изменений рельефа в почве непрерывно происходят процессы созидания и разрушения. Подсчитано, что создание растительного слоя толщиной 2...3 см происходит при благоприятных условиях за 200—1 000 лет.

Главный фактор, характеризующий качество почвы, — плодородие. Его ухудшение возможно в результате действия процессов как природного, так и антропогенного происхождения: водная или ветровая эрозия; засоление; заболачивание; загрязнение почвы промышленными и бытовыми отходами; загрязнение в результате чрезмерно или непрерывно вносимых удобрений и ядохимикатов.

В результате хозяйственной деятельности человека наиболее сильному воздействию вредных веществ подвергается *воздушная среда*. Воздух загрязняется различными газами (наиболее распространены оксид углерода CO, диоксид серы SO₂ (сернистый ангидрид) оксиды азота), парами углеводородов, кислот, металлов (например, ртути) и разнообразными пылями, имеющими органическое и неорганическое происхождение¹.

Содержание вредных веществ, как уже отмечалось, в воздухе определяется их *концентрацией*, выражаемой в миллиграммах на 1 м³ воздуха (мг/м³). Максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающая вредного влияния на здоровье человека, называется ПДК, мг/м³. Определяют ее врачи-гигиенисты на основании данных экспериментальных исследований над подопытными животными и наблюдений за состоянием здоровья людей, находящихся под воздействием вредных веществ.

Предельно допустимая концентрация вредных веществ, загрязняющих внутреннюю воздушную среду, установлена ГОСТ 12.1.005—88* (в данном стандарте содержатся нормы ПДК более чем для 1 300 различных вредных веществ). Для атмосферного воздуха населенных пунктов нормируется разовая и среднесуточная ПДК.

Например, ПДК для оксида углерода в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м³, в атмосферном воздухе — 3 мг/м³ (разовая).

Опасность воздействия на человека загрязняющих воздух вредных веществ заключается в том, что человек сразу может не ощу-

¹ Только 15 % городского населения России проживает в настоящее время на территориях с уровнем загрязнения атмосферы, не превышающим принятых нормативов.

шать их влияния. Примером является оксид углерода (угарный газ) — газ без цвета, вкуса и запаха, высокая концентрация которого вызывает тяжелые последствия, вплоть до остановки сердца. Другой пример — пары ртути, вдыхая которые человек тоже непосредственно не ощущает их пагубного действия — накапливания в органах, в частности в печени. Тяжелое заболевание при вдыхании паров ртути наступает, как правило, после длительного воздействия при ослаблении организма в результате легкого заболевания типа насморка.

Водная среда является вторым объектом массированного загрязнения сточными, дождевыми и талыми водами, несущими значительную массу веществ органического и минерального происхождения.

Содержание вредных веществ в воде определяется их *концентрацией*, измеряемой количеством миллиграммов в 1 л воды (мг/л). Максимальная концентрация вредных веществ в воде также называется ПДК, мг/л, и может быть разной в зависимости от назначения водоемов: 1) водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения; 2) водные объекты, используемые для рыбохозяйственных целей.

Например, для водоемов первого типа ПДК, мг/л: бензол — 0,5; ртуть — 0,0005; свинец — 0,003. Для бассейнов второго типа, мг/л: аммиак — 0,05; бензол — 0,5; свинец — 0,1; сероуглерод — 1; нефтепродукты — 0,05; скипидар — 0,2.

Миграция веществ *в почве* несколько отличается от переноса в воздухе и воде, так как она осуществляется в основном в результате *диффузии* (распространение вещества в направлении уменьшения его концентрации, обусловленное тепловым движением ионов, атомов, молекул, а также более крупных частиц) или же путем *массопереноса*. Для почвы также установлены ПДК вредных веществ, мг/кг: ртуть — 2,1; свинец — 30; никель — 4,0 и т.д.

При поступлении вредных веществ в окружающую среду они могут разрушаться фотохимически, окисляться, восстанавливаться или гидролизироваться. При поступлении в растительные и животные организмы вещества могут накапливаться (биоаккумулироваться) и переходить по цепи питания. Так, вредные вещества, загрязняющие воздушную среду, переносятся в водную среду, причем часто с изменением своего состояния. Характерным примером этого являются кислотные дожди, образующиеся из сернистого ангидрида и оксидов азота, которые загрязняют воздух в основном вследствие сгорания органического топлива.

Многие вредные вещества, загрязняющие воздушную и водную среду, усваиваются растениями через крону и корневую систему и приводят к их гибели или дегенерации (замедлению роста, уменьшению размеров листьев и т.п.). Это, например, можно

видеть на деревьях вблизи алюминиевых заводов вследствие действия на них газов с примесью соединений фтора, выходящих в атмосферу из фонарей в цехах электролиза алюминия.

Загрязняя воду и воздух, фтор, попав в растения, которые поедаются животными, по цепи питания с молоком и мясом переходит в пищу человека. В результате не только у животных, но и у человека наблюдается размягчение костей. Однако полное отсутствие в питании человека фтора вызывает кариес зубов, поэтому водопроводную воду фторируют.

Еще одним примером перехода вредных веществ по цепи питания может служить движение ртути, которая в воде усваивается бактериями, попадает в корм рыбе, а с рыбой — в пищу человека.

Массированное неблагоприятное воздействие на окружающую среду, вызываемое урбанизацией и развитием промышленности, оказывают шум, инфразвук, ультразвук и гиперзвук с частотой колебаний соответственно до 16 Гц, от 20 кГц до 1 ГГц и более 1 ГГц (см. подразд. 3.4).

В связи с открытием реальной возможности получения атомной энергии (1930 — 1940 гг.) окружающая среда стала подвергаться радиоактивному и ионизирующему излучению в дозах, превышающих допустимую естественную радиоактивность и оказывающих вредное воздействие на животный мир, причем это воздействие сразу не ощущается человеком.

Радионуклиды создают внешнее облучение человека, а попадая с воздухом и пищей во внутренние органы, — внутреннее облучение. При превышении дозой радиационного облучения допустимых пределов, установленных НРБ-9/2009, у человека возникают тяжелые заболевания: лейкозы, злокачественные новообразования, повреждения генетического аппарата.

Другими загрязнителями окружающей среды служат источники *вибраций*, источники *электромагнитных полей*, выбросы *теплоты* в атмосферу и водоемы, поступления *канцерогенов* — веществ или факторов, способных вызывать в живых организмах развитие злокачественных образований и не выводящихся из организма:

- химические — ароматические углеводороды типа бензо(а)пирена, эпоксиды, гепатоксические яды типа хлороформа, соединения металлов типа оксида бериллия, оксида хрома, сульфида никеля;

- физические — рентгеновские лучи, радиоактивные изотопы и другие виды радиоактивного загрязнения среды, УФ-лучи в больших дозах, космические лучи, проникающая способность которых к поверхности Земли во многом определяется состоянием озонового слоя атмосферы.

В процессе производства и потребления образуется большое количество *отходов*, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для производства промышленной продукции.

Все виды промышленных отходов подразделяют на твердые и жидкие. *Твердые отходы* — отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыль минерального и органического происхождения от очистных сооружений, промышленный мусор, состоящий из различных органических и минеральных веществ (резина, бумага, ткань, песок, шлак и т.п.). К *жидким отходам* относят осадки сточных вод после их обработки, шламы пыли минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов.

Обычными для отечественных промышленных предприятий путями ликвидации и переработки промышленных (твердых) отходов (кроме металлических отходов) являются их вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новой технологии переработки в полезные продукты (вторичное сырье). В то же время использование отходов производства и потребления и перевод неиспользуемых отходов в используемые имеют большое значение для охраны окружающей среды, исключают необходимость их нейтрализации, захоронения или уничтожения, сокращают энергетические и другие затраты, что само по себе уменьшает загрязнение окружающей среды и оказывается экономически выгодным.

Развитие безотходных (и малоотходных) производств необходимо не только для уменьшения загрязнения окружающей среды, но и для более экономичного расходования природных ресурсов.

В отечественной промышленности применяются следующие безотходные и малоотходные технологии: использование металлолома после обработки на специализированных обогатительных предприятиях; использование доменных шлаков в производстве строительных материалов; использование боя стекла в производстве строительных материалов; вторичное использование асфальта после регенерации битумом при ремонте дорог; синтез аммиака по замкнутому циклу; получение серной кислоты из дымовых газов тепловых электростанций и предприятий цветной металлургии; использование сточных вод некоторых пищевых предприятий для орошения земельных угодий (стоки сахарных заводов, содержащие азот и фосфор и др.) и т.д.

Выпускаются специальные сортировочные машины, создаются специальные предприятия, извлекающие из отходов металл, макулатуру, дерево, после чего все эти материалы направляют раздельно на переработку. Например, древесные отходы (пришед-

шие в негодность мебель, ящики и т.п.) измельчают, добавляют связующее вещество, формуют и повторно используют в виде стенового материала и различных деталей при строительстве домов.

Одним из эффективных направлений безотходного производства, позволяющих уменьшить количество сжигаемого топлива, т.е. приносящих и экологическую, и экономическую пользу, является вторичное использование энергетических ресурсов в системах теплоснабжения и вентиляции (выбросного пара, конденсата, нагретой воды, уходящей от печей и котлов, горячих газов). Большой интерес представляет их использование для обогрева теплиц, в частности располагаемых на крышах зданий.

Важное направление — снижение материалоемкости выпускаемой продукции, уменьшение или ликвидация отходов производства, предусматриваемые еще на стадии проектирования промышленных изделий (методы экодизайна (экологического дизайна), автоматизированный раскрой листового металла и изделий швейной промышленности и др.). Не менее важны повышение стойкости металлов к коррозии и увеличение (или возможность неоднократного использования) срока эксплуатации изделий.

Экономически эффективно использование промышленных узлов и комплексов, т.е. нескольких предприятий различного профиля, расположенных на одной территории и обеспечивающих взаимную утилизацию отходов — *замкнутые циклы* (устройство оборотного водоснабжения, использование осадка сточных вод, вторичных энергоресурсов, компоста из переработанного мусора и т.д.).

Несмотря на принимаемые меры по развитию безотходного и малоотходного производства и потребления, на предприятиях остаются *неиспользуемые отходы*.

Все, что производится человечеством для удовлетворения его потребностей в виде продуктов питания, одежды, мебели, машин, т.е. все, что добывается, строится, выпускается промышленностью и выращивается сельским хозяйством, рано или поздно превращается в отходы. Часть этих отходов удаляется вместе со сточными водами, другая часть — в виде газов, паров и пыли попадает в атмосферу, но большая часть выбрасывается в виде твердых отходов.

Удаление промышленных твердых отходов, как правило, осуществляется самими предприятиями, которые вывозят их в специальные места захоронения (иногда отвалы) или на общие свалки бытовых отходов и городского мусора.

В подавляющем большинстве случаев твердые отходы удаляются вывозным путем пока еще в основном на так называемые неконтролируемые свалки — специально отведенные в пригородах отгороженные участки. Отходы на них разлагаются, часто загора-

ются, в результате происходит загрязнение воздушной среды, иногда токсичными веществами, которые попадают с промышленными отходами. Кроме того, вредные вещества на неконтролируемых свалках вымываются дождем, талыми, поверхностными или грунтовыми водами и загрязняют водоемы.

В соответствии с законодательством о недрах предоставление недр для захоронения вредных веществ и отходов производства, сброса сточных вод допускается только в исключительных случаях и при соблюдении специальных требований и условий.

В ряде случаев необходимы *нейтрализация и обезвреживание* твердых промышленных отходов (производство цветных металлов, искусственных волокон, соды, лаков, препаратов и др.). Специальные сооружения для этих целей могут находиться в ведении предприятия, дающего токсичные отходы, и располагаться на его территории.

Токсичные промышленные отходы складировать, перерабатывать и нейтрализуют также централизованно на полигонах и станциях переработки и нейтрализации. Специальные полигоны устраивают двух типов: для обезвреживания одного вида отходов только захоронением или химическим способом и комплексные. В последнем случае полигон подразделяют на зоны:

- приема и захоронения твердых и негорючих отходов;
- приема и захоронения жидких химических отходов и осадков сточных вод, не подлежащих утилизации;
- захоронения особо вредных отходов;
- огневого уничтожения горючих отходов.

Захоронение токсичных промышленных отходов производят в специальной таре, размещаемой в котлованах глубиной до 10...12 м (особо вредные отходы — в железобетонных резервуарах). Котлованы располагают в водонепроницаемых грунтах. Огневой метод ликвидации отходов позволяет сократить площади полигонов. Целесообразно сжигать осадок после механического обезвреживания в вакуум-фильтрах, центрифугах или фильтрах-прессах.

Радиоактивные отходы подразделяют на жидкие и твердые. К жидким относят растворы неорганических веществ, пульпы фильтрующих материалов, органические жидкости (масла, растворители), к твердым — различные изделия, детали машин и механизмов, биологические объекты, отработавшие источники радионуклидов. Радиоактивные отходы собирают их в местах образования отдельно от других отходов в специальные сборники, внутренние поверхности которых изготавливают из гладкого малосорбирующего материала. Мощность дозы излучения на расстоянии 1 м от сборника с радиоактивными отходами не должна превышать 10 мбэр/год. Автомобили и применяемые для транс-

портировки сменные сборники после каждого рейса дезактивируют.

Радиоактивные отходы вывозят на специальные пункты, на которых захоронение нерадиоактивных отходов запрещено.

В нашей стране основное загрязнение *атмосферы* создают ряд отраслей промышленности, автомобильный транспорт и теплоэнергетика, и их участие в загрязнении атмосферы распределяется следующим образом:

- черная и цветная металлургия, нефтедобыча и нефтехимия, предприятия стройматериалов, химическая промышленность — 30 %;

- автомобильный транспорт — 40 %;

- теплоэнергетика — 30 %.

Примерный относительный состав вредных веществ в атмосфере больших городов, %: оксид углерода — 45; оксиды серы — 18; углеводороды — 15; пыль — 12; оксиды азота — 10. Превышение концентраций токсичных веществ в загрязненном атмосферном воздухе над фоновыми в среднем составляет: по оксиду углерода 80—1250 раз и более; по диоксиду серы—300 раз; по диоксиду азота — до 25 раз; по озону — до 7 раз.

Кроме оксида углерода, оксидов серы и азота, углеводородов и пыли в атмосферу выбрасываются и другие более токсичные вещества. Так, например, вентиляционные выбросы заводов электронной промышленности содержат пары плавиковой, серной, хромовой и других минеральных кислот, органические растворители и т.п. В настоящее время насчитывается более 500 вредных веществ, загрязняющих атмосферу, их количество все увеличивается, что требует действенных мер по очистке атмосферного воздуха.

В промышленности принимают различные *меры*, направленные одновременно на уменьшение загрязнения внутренней (в цехе) и наружной воздушной среды:

- замена применяемых токсичных веществ нетоксичными или малотоксичными;

- использование выбросов для других технологических процессов и производств;

- герметизация аппаратуры и коммуникаций;

- проведение технологических процессов в вакууме с тем, чтобы при непредвиденном или запланированном открывании аппаратов вредные вещества не загрязняли воздух.

В случаях, когда технологический процесс нельзя герметизировать или вести в вакууме, в местах концентрированного выделения вредных веществ устанавливают устройства местной вытяжной вентиляции дополнительно к общеобменной.

Оборудование, работа которого сопровождается выделением особо токсичных веществ, если невозможны его герметизация

или устройство эффективных укрытий и отсосов, выделяют в изолированные помещения с применением дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.

Наиболее эффективно загрязнение наружной воздушной среды уменьшают устройства *очистки* технологических и вентиляционных выбросов от вредных веществ.

Пылеулавливающее оборудование в соответствии с принципиальными особенностями процесса отделения твердых частиц от газовой фазы подразделяется:

на оборудование для улавливания пыли *сухим способом* (циклоны, пылесадительные камеры, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеулавливатели, различные фильтры);

оборудование для улавливания пыли *мокрым способом* (скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы, пенные аппараты и др.).

Наиболее распространенным видом оборудования, действие которого основано на инерционном пылеотделении сухим способом, является *циклон* (рис. 4.1).

Очищаемая газопылевая смесь подводится к корпусу циклона тангенциально, поэтому частицы пыли, вращаясь внутри корпуса, осаждаются и удаляются снизу, а очищенный газ (воздух) через расположенную в центре трубу уходит в атмосферу.

Промышленность выпускает циклоны разных конструкций, но наибольшее распространение получили циклоны мод. ЦН-11 и ЦН-15. Если эффективность действия циклона, особенно на мелкодисперсных взвесах, невелика, то применяют батарею циклонов — группу циклонов, в которой очищаемая газопылевая смесь проходит последовательно из одного циклона в другой.

Необходимые данные и рекомендации по выбору циклонов приведены в [27, с. 68 — 72].

Для повышения эффективности пылеулавливания применяют гидроциклоны, в которых внутренняя поверхность корпуса смачивается водой, а также пылесадочные камеры, жалюзийные, ротационные и другие инерционные пылеуловители [27, с. 72 — 78].

Большое распространение для улавливания пыли из выбросов получили матерчатые фильтры, пыль в которых задерживается на ворсистом материале (лавсане, иглопробивном войлоке). Для

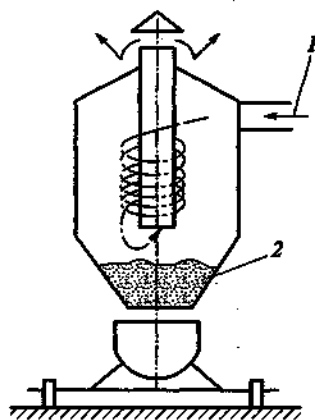


Рис. 4.1. Схема циклона:
1 — загрязненный поток (газопылевая смесь); 2 — уловленная взвесь

удаления пыли с фильтра его периодически встряхивают и продувают воздухом. Схема действия матерчатого фильтра представлена на рис. 4.2.

Эффективность очистки от пыли повышают путем последовательной установки пылеуловителей разного типа, например сначала для улавливания грубой фракции пыли устанавливают циклон, а за ним матерчатый фильтр.

Большое распространение в последние годы получили *мокрые пылеуловители*. Один из наиболее распространенных аппаратов этого вида — ротоциклон, в котором газопылевая смесь под давлением, создаваемым вентилятором, вихревым потоком проходит через слой воды (рис. 4.3). Тяжелые частицы пыли задерживаются водой и осаждаются в нижнюю часть ротоциклона, откуда затем удаляются, а очищенный поток уходит в атмосферу. К аппаратам, в которых пыль улавливается с помощью воды, относятся скрубберы, промывные башни, пенные аппараты, пылеуловители Вентури, в том числе в компоновке с циклоном, и др. [27, с. 93 — 100].

Более эффективное улавливание пыли достигается в *электрическом фильтре* (сухой способ). Такие фильтры (рис. 4.4) устанавливаются, например, в котельных для очистки дымовых газов от сажи, летучей золы — уноса. К коронирующим и осадительным электродам фильтров подводят постоянный ток высокого напряжения. Осадительные электроды присоединяют к положительному полюсу выпрямителей и заземляют, а коронирующие изолируют от земли и присоединяют к отрицательному полюсу.

Очищаемый (загрязненный) поток газов проходит через пространство между электродами, и основная масса взвешенных ча-

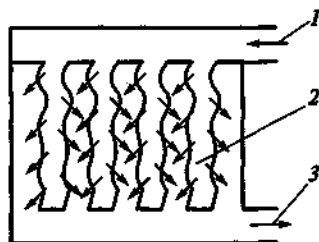


Рис. 4.2. Схема действия тканевого (матерчатого) фильтра:

1 — загрязненный поток (газопылевая смесь); 2 — рукава из ворсистой ткани; 3 — очищенный поток

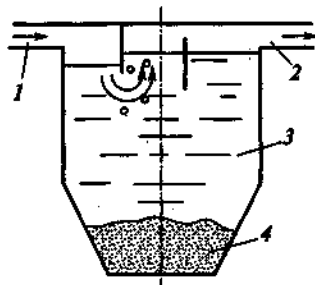
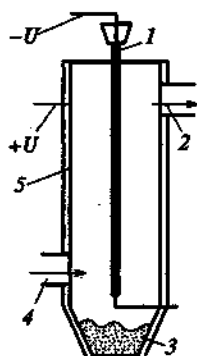


Рис. 4.3. Схема ротоциклона:

1 — загрязненный поток (газопылевая смесь); 2 — очищенный поток; 3 — вода; 4 — уловленная взвесь

Рис. 4.4. Принципиальная схема электрического фильтра (показан один элемент цилиндрического фильтра):

1 — вода; 2 — очищенный поток; 3 — взвесь; 4 — загрязненный поток; 5 — осадительный (цилиндрический) электрод; $+U$, $-U$ — электрический потенциал соответственно положительного и отрицательного зарядов



стиц, заряжающихся под действием коронного разряда (сопровождается голубоватым свечением и потрескиванием), оседает на осадительных электродах. Путем встряхивания пыль удаляется в бункер, жидкая фаза загрязнений стекает.

Полное удаление пыли из загрязненного потока воздуха происходит в бумажных (сухих) фильтрах-поглотителях конструкции академика Петракова, изготавливаемых из особого мягкого листового материала типа бумаги. Такие фильтры устанавливают в респираторы для улавливания радиоактивной пыли при работе в зонах с повышенной радиацией. После использования они, как и радиоактивные смывы грунта, подлежат захоронению.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов применяют адсорберы и абсорберы¹. В адсорбере (рис. 4.5) очищаемый (загрязненный) поток пронизывает слой адсорбента, состоящего из зернистого вещества с развитой поверхностью, например, активированного угля, силикагеля, оксида алюминия, пиролюзита и т. п. При этом вредные вещества (газы и пары) связываются адсорбентом и впоследствии могут быть выделены из него. Имеются адсорберы с неподвижным слоем адсорбента, который обновляется после насыщения улавливаемым веществом, а также адсорберы непрерывного действия, в которых адсорбент медленно перемещается и одновременно очищает проходящий через него поток.

В абсорбере (рис. 4.6) для очистки от газов применяют, как правило, жидкие вещества, например воду или растворы солей (абсорбенты), поглощающие вредные газы и пары. При этом одни вредные вещества растворяются абсорбентом, другие вступают с ним в реакцию. Конструкции абсорберов весьма разнообразны.

¹ Адсорбция — поглощение вещества из раствора или газа поверхностью твердого вещества; абсорбция — поглощение вещества из раствора или газа всем объемом твердого вещества.

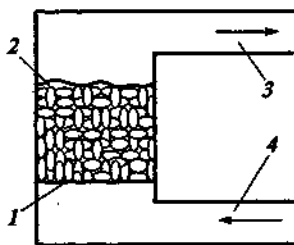


Рис. 4.5. Схема адсорбера:

1 — сетка; 2 — адсорбент; 3 — очищенный поток; 4 — загрязненный поток

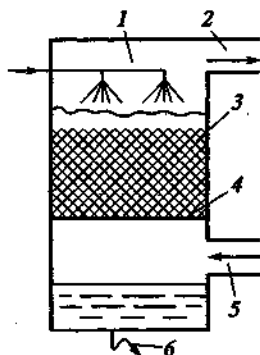


Рис. 4.6. Схема абсорбера:

1 — абсорбент; 2 — очищенный поток; 3 — насадка; 4 — сетка; 5 — загрязненный поток; 6 — выброс в канализацию

В качестве абсорберов могут применяться распылительные камеры кондиционеров, в которых вместо воды разбрызгивается поглощающий примеси раствор, а также барботеры, ротоциклоны, пенные аппараты, пылеуловители Вентури и другое оборудование очистки от пыли мокрым способом.

Распространенным способом очистки газов и органических соединений от газообразных вредных веществ, в том числе обладающих неприятным запахом, является *дожигание*, возможное в тех случаях, когда вредные вещества способны к окислению. Если концентрация примесей в газах постоянна и превышает пределы воспламенения, то применяют наиболее простое устройство — дожигающие газовые горелки. При низких концентрациях вредных веществ, не достигающих предела воспламенения, используют каталитическое окисление. В присутствии катализатора (какого-либо металла или его соединений, например платины) происходит экзотермическое окисление органических соединений при температурах значительно ниже предела воспламенения.

Для *дезодорации* неприятно пахнущих веществ применяют *озонирование* — метод, основанный на окислительном разложении образующих неприятный запах веществ и нейтрализации запаха (применяется, например, на предприятиях мясной промышленности).

Далеко не все предприятия работают по безотходной технологии и не для всех выбросов разработаны системы очистки. Поэтому применяют подъем *выбросов* загрязняющих веществ на большую высоту. При этом вредные вещества, достигая приземного

пространства, рассеиваются, и их концентрация снижается до предельно допустимых значений. Некоторые вредные вещества на большой высоте переходят в иное состояние (конденсируются, вступают в реакции с другими веществами и т.д.), а такие, как ртуть, осаждаются на поверхности земли, листьев, строениях и при повышении температуры снова испаряются в воздухе.

Отведение загрязняющих веществ на большую высоту осуществляется, как правило, с помощью труб, которые в отдельных случаях достигают высоты более 350 м.

Расчет рассеивания осуществляется только для организованных выбросов. В результате расчета определяется максимальная приземная концентрация вредных веществ выброса в интересующей проектировщика точке (точках), которая должна быть не более ПДК с учетом фоновой концентрации, образуемой другими выбросами.

Для отведения выбросов на большую высоту используют не только высокие трубы, но и так называемые факельные выбросы, представляющие собой конические насадки на выхлопном отверстии, через которые загрязненные газы выбрасываются вентилятором с большой скоростью (20...30 м/с). Применение факельных выбросов уменьшает единовременные затраты, но вызывает большой расход электрической энергии при эксплуатации.

Отведение вредных веществ на большую высоту с помощью высоких труб и факельных выбросов не уменьшает загрязнения окружающей среды (воздуха, почв, гидросферы), а лишь приводит к их рассеянию. При этом концентрация вредных веществ в воздушной среде недалеко от места их выброса может оказаться меньше, чем на большом расстоянии. Примеры расчета выбросов приведены в [29].

Для уменьшения концентрации вредных веществ на прилегающей к промышленному предприятию территории устраивают *санитарно-защитные зоны*, которые предназначены также для защиты жилых территорий от запахов сильно пахнущих веществ, повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений, источниками которых могут быть промышленные предприятия.

Санитарно-защитная зона начинается непосредственно от источника выделения вредных веществ: трубы, шахты и т.д. Для установления размеров санитарно-защитных зон в зависимости от характера и масштабов производственных вредностей введена санитарная классификация промышленных предприятий:

- предприятия I класса — санитарно-защитная зона 1000 м (клееварочные заводы, производство технического желатина, утильзаводы по переработке падали животных, рыб и т.д.);

- предприятия II класса — санитарно-защитная зона 500 м (ко-стемельные заводы, бойни и мясокомбинаты и т.д.);

- предприятия III класса — санитарно-защитная зона 300 м (производство кормовых дрожжей, свеклосахарное производство, рыбные промыслы и т.д.);

- предприятия IV класса — санитарно-защитная зона 100 м (солеваренное и солеразмольное производство, производство парфюмерии, изделий из синтетических смол, полимерных материалов и т.д.);

- предприятия V класса — санитарно-защитная зона 50 м (механическая обработка изделий из пластмасс и синтетических смол, производство столового уксуса, спиртоводочные, табачно-мажорочные предприятия, хлебозаводы, макаронные фабрики, молочное производство, предприятия машиностроения и приборостроения).

Территорию санитарно-защитной зоны озеленяют и благоу-страивают. На ней могут быть размещены отдельные сооружения, предприятия меньшего класса вредности, вспомогательные зда-ния (пожарные депо, бани, прачечные и т.п.). Возможность ис-пользования земель, отводимых под санитарно-защитные зоны, для сельскохозяйственного производства зависит от количества и характера загрязнений, которые на них попадают.

Для очистки наружного воздуха, подаваемого приточной вен-тиляцией в производственные помещения (концентрация вред-ных веществ в нем не должна превышать 0,3 ПДК для внутрен-него воздуха рабочей зоны), в приточных вентиляционных каме-рах устанавливают фильтры. Применяют масляные фильтры, фильтры из нетканого волокна и другие виды устройств, очища-ющих поступающий воздух от пыли и газов [29].

Контроль концентраций вредных примесей воздушной среды сводится к следующим операциям: отбор проб воздуха, подготов-ка проб к анализу, анализ и обработка результатов.

Самым простым и распространенным способом накопления (отбора) газовой или пылевой пробы является протягивание воз-духа воздушодувными устройствами (аспиратор, эффлектор, насос) с определенной скоростью, регистрируемой расходомерным уст-ройством (реометр, ротаметр, газовые часы), через накопитель-ные элементы, обладающие необходимой поглотительной способ-ностью.

Для экспрессного метода определения характеристик токсич-ных веществ используют универсальные газоанализаторы упро-щенного типа (УГ-2, ЦГФ.2М1-М3, ГУ-4 и др.).

Выбор метода анализа загрязненного воздуха определяется природой примесей, ожидаемой концентрацией и целью ана-лиза.

Вода — самое распространенное вещество в природе (гидросфера занимает 71 % поверхности Земли). Воде принадлежит важнейшая роль в геологической истории планеты и возникновении жизни, без нее невозможно существование живых организмов (примерно 65 % человеческого тела составляет вода). Вода — обязательный компонент практически всех технологических процессов как в промышленности, так и в сельскохозяйственном производстве. Вода особой чистоты необходима при производстве продуктов питания, производстве полупроводников, в ядерной энергетике, медицине, химическом анализе и т.д.

Мировое суммарное потребление воды в течение XX в. увеличилось примерно в 10 раз. Существенное загрязнение Мирового океана, принимающего в себя все поверхностные воды Земли, дает сброс в него сточных вод, объем которых составляет более 700 млрд м³/год.

В водные объекты (водоемы, реки, моря) нашей страны отводится примерно 150 км³ сточных, коллекторно-дренажных и других вод, на долю промышленности (включая теплоэнергетику) приходится 79 км³, сельского хозяйства — 52 км³, жилищно-коммунального хозяйства — 18,3 км³, других отраслей — 0,7 км³.

Сточные воды промышленных предприятий бывают трех видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Бытовые сточные воды предприятия образуются при эксплуатации на его территории душевых, туалетов, прачечных и столовых. Предприятие не отвечает за качество данного вида сточных вод и направляет их на городские (районные) станции очистки.

Поверхностные сточные воды образуются в результате смывания дождевой, талой и поливочной водой примесей, скапливающихся на территории, крышах и стенах производственных зданий. Основными примесями этих вод являются твердые частицы (песок, камень, стружки и опилки, пыль, сажа, остатки растений, деревьев и т.п.); нефтепродукты (масла, бензин и керосин), используемые в двигателях транспортных средств; органические и минеральные удобрения, используемые в заводских скверах и цветниках. Каждое предприятие отвечает за загрязнение водоемов, поэтому ведется учет объема сточных вод данного типа.

Расход поверхностных сточных вод рассчитывают в соответствии со СНиП 2.04.03—85 по методу предельной интенсивности с учетом климатических особенностей местности, площади стока (стоков), площади территории предприятия, проницаемости поверхности земли, особенностей процесса сбора и движения сточных вод в лотках и коллекторах (отстойниках).

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах. Их количество, состав и концентрацию определяют типом предприятия, его мощ-

ностью, видами используемых технологических операций. На основе анализа системы водоснабжения определены нормы потребляемой и сбрасываемой воды промышленного предприятия, которые учитываются при проектировании и реконструкции предприятий [29].

Системы водоотведения и очистки сточных вод (канализация) состоит из комплекса оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для приема и удаления по трубопроводам бытовых, производственных и поверхностных сточных вод, а также для их очистки и обеззараживания перед сбросом в водоем или утилизацией. Объектами водоотведения являются здания различного назначения, вновь строящиеся, существующие и реконструируемые города, поселки, промышленные предприятия, санаторно-курортные комплексы и т. п.

Бытовые, производственные и поверхностные (атмосферные) сточные воды отводятся как совместно, так и раздельно. На практике получили распространение обе системы водоотведения.

Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные смеси, содержащие примеси органического и минерального происхождения, которые находятся в нерастворенном, коллоидном и растворенном состоянии. Степень загрязнения сточных вод оценивают по концентрации примесей в единице объема, измеряемой в миллиграммах на литр (мг/л) или граммах на кубический метр (г/м³). Состав сточных вод регулярно подвергают анализу, в процессе которого устанавливают биологическую потребность в кислороде (БПК), концентрацию взвешенных веществ, интенсивность окраски, активную реакцию среды, степень минерализации, концентрации биогенных элементов (азота, фосфора, калия) и др.

Для разработки рациональной схемы водоотведения и оценки возможности повторного использования сточных вод изучают состав и режим водоотведения не только общего стока промышленного предприятия, но и сточных вод отдельных цехов и аппаратов.

Наиболее опасные для водоемов производственные сточные воды подразделяют на две основные категории: загрязненные и незагрязненные (условно чистые).

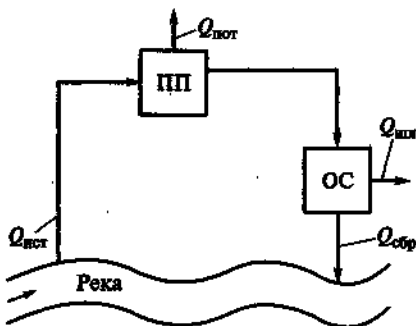
Загрязненные производственные сточные воды подразделяются на три группы:

- загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводы по производству кислот, строительных изделий и материалов, минеральных удобрений и др.);

- загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия мясной, молочной, рыбной, пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности и др.);

Рис. 4.7. Схема прямооточного водообеспечения промышленного предприятия:

ПП — промышленное предприятие; ОС — очистные сооружения; $Q_{\text{вст}}$ — вода, забираемая из водоема; $Q_{\text{пот}}$ — вода, безвозвратно расходуемая на предприятии; $Q_{\text{шл}}$ — вода, удаляемая с осадком (шламом); $Q_{\text{сбр}}$ — вода, сбрасываемая в водоем



• загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности; заводы по производству сахара, консервов и др.).

Кроме указанных трех групп загрязненных производственных вод в водоемы сбрасываются нагретые воды, что является причиной тепловых загрязнений.

Согласно требованиям основ водного законодательства *система водообеспечения* промышленного предприятия должна быть, как правило, с оборотом воды для всего предприятия или для отдельных цехов; при этом следует предусматривать очистку отработанных вод.

При *прямоточном* водообеспечении (рис. 4.7) вся забираемая из водоема вода $Q_{\text{вст}}$ после технологического процесса сбрасывается в водоем $Q_{\text{сбр}}$, за исключением того количества воды, которое безвозвратно расходуется на производстве $Q_{\text{пот}}$ или после очистных сооружений удаляется вместе с осадком (шламом) $Q_{\text{шл}}$.

Оборотное (повторное) использование сточных вод после их очистки применяется довольно широко (рис. 4.8). В ряде отраслей промышленности (черная металлургия, нефтепереработка) 90...95 % сточных вод используют в системах оборотного водоснабжения и лишь 5...10 % сбрасывают в водоем. В составе инженерных коммуникаций в этом случае имеется, как правило, несколько водоотводящих сетей. Незагрязненные нагретые сточные воды поступают на охлаждающие установки (брызгальные бассейны, градирни, охлаждающие пруды), а затем возвращаются в систему оборотного водоснабжения. Загрязненные сточные воды поступают на очистные сооружения, а после очистки часть оборотных сточных вод подается в систему оборотного водообеспечения в те цехи, где их состав удовлетворяет нормативным требованиям.

Общие условия сброса сточных вод любой категории в поверхностные водоемы определяются их народно-хозяйственной зна-

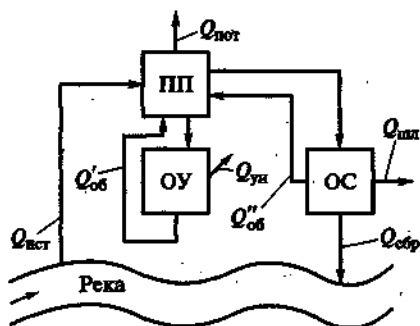


Рис. 4.8. Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия:

ОУ — охладительные установки; $Q_{об}$ — обратная вода после охладительных установок; $Q'_{об}$ — обратная вода после очистных сооружений; $Q_{ун}$ — вода, теряемая на испарение и унос из охладительных установок; остальные обозначения см. на рис. 4.7

чимостью и характером водопользования. После сброса сточных вод допускается некоторое ухудшение качества воды в водоеме, однако это не должно заметно отражаться на его жизни и возможности дальнейшего использования водоема в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей.

Условия сброса производственных сточных вод в водоемы регламентируются СанПиН 2.1.5.980—00 и СанПиН 4631—88, содержащими указания по предупреждению и устранению загрязнения сточными водами поверхностных водоемов — рек, озер, искусственных каналов, водохранилищ и морей. Утверждены и пересматриваются нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты; предусматривается нормативная плата за сброс загрязняющих веществ в пределах ПДК, а при превышении ПДК плата увеличивается.

Наблюдение за выполнением условий сброса производственных сточных вод в водоемы осуществляют санитарно-эпидемиологические станции и бассейновые управления.

Нормативы *качества* воды водоемов хозяйственно-бытового и культурно-бытового назначения установлены отдельно для водоемов двух видов: водоемов — источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и водоснабжения предприятий пищевой промышленности; водоемов, используемых для купания, спорта и отдыха населения, а также находящихся в черте населенных пунктов.

Отдельные нормативы установлены для водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях.

Для определения *требуемой степени очистки* спускаемых в водоем сточных вод в каждом случае необходимо иметь подробные данные об их количестве и составе, детальную гидрологическую и санитарную характеристику водоема. Требуемую степень очистки сточных вод определяют по количеству взвешенных веществ, допустимой величине БПК в смеси речной воды и сточных вод, потреблению сточными водами растворенного кислоро-

да, температуре воды, окраске, запаху и солевому составу, ПДК токсичных примесей и других вредных веществ, а также по изменению величины активной реакции воды водоема.

Выполнение требований в отношении необходимой степени очистки сточных вод по всей номенклатуре загрязняющих факторов обеспечивается комплексом очистных сооружений, которые проектируются и строятся в соответствии с действующими нормами.

Методы, применяемые для *очистки* производственных и бытовых сточных вод, подразделяют на четыре группы: механические, химические, физико-химические и биологические.

В комплекс очистных сооружений (рис. 4.9), как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они дополняются сооружениями химической, биологической либо физико-химической очистки, а при более высоких требованиях — сооружениями глубокой очистки.

Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживают. Образующийся на всех стадиях очистки осадок (или избыточная биомасса) поступает на сооружения по обработке осадка. Очищенные сточные воды направляют в оборотные системы водообеспечения промышленных предприятий, на сельскохозяйственные нужды или сбрасывают в водоем. Обработанный осадок утилизируют, уничтожают или складировуют.

Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Как правило, она используется для предварительной очистки, т. е. для подготовки сточных вод к последующей очистке, и обеспечивает снижение содержания взвешенных веществ до 90 %, органических — до 20 %. В состав сооружений механической очистки входят решетки, различного рода уловители, отстойники, фильтры. В целях повышения эффективности их работы применяют методы преаэрации, биokoагуляции, отстаивания в тонком слое

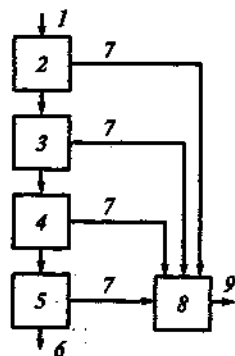


Рис. 4.9. Общая схема очистки сточных вод:

1 — необработанные сточные воды; 2 — сооружения механической очистки; 3 — сооружения химической, биологической, физико-химической очистки; 4 — сооружения глубокой очистки; 5 — сооружения по обеззараживанию сточных вод; 6 — очищенные сточные воды; 7 — осадок или избыточная биомасса; 8 — сооружения по обработке осадка; 9 — обработанный осадок

и поле центробежных сил. Число рабочих единиц любых сооружений механической очистки должно быть не менее двух, а число отстойников — не менее четырех в целях обеспечения надежной работы очистной станции при аварии или ремонте сооружений.

Более подробно устройство различных видов оборудования механической очистки сточных вод приведено в [29].

Химические и физико-химические методы очистки применяются как самостоятельно, так и в сочетании с механическими и биологическими методами очистки. К основным *химическим* методам очистки относятся нейтрализация и окисление, к *физико-химическим* — коагуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ и др.

Нейтрализацию применяют для обработки производственных сточных вод многих отраслей промышленности, содержащих щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять из этих вод. Нейтрализация сточных вод осуществляется в целях предупреждения коррозии металлов водопроводящих сетей и очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах.

На практике применяют следующие способы нейтрализации: взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод; нейтрализация реагентами (растворы кислот, негашеная известь, гашеная известь, кальцинированная сода, аммиак и др.); фильтрование через нейтрализующие материалы (известь, известняк, доломит, магнезит, мел и др.). Выбор способа нейтрализации зависит от многих факторов: вида и концентрации кислот, загрязняющих сточные воды; расхода и режима поступления сточных вод на нейтрализацию; наличия реагентов; местных условий.

На рис. 4.10 представлена схема реагентной нейтрализации.

Окислительный метод очистки применяют для обеззараживания производственных сточных вод, содержащих *токсичные* примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или со-

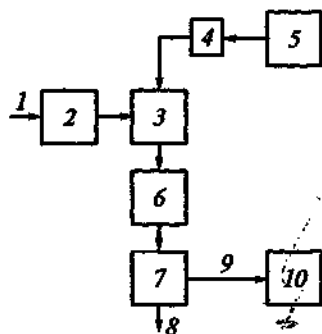


Рис. 4.10. Схема реагентной нейтрализации:

1 — подача кислых сточных вод; 2 — сооружения механической очистки; 3 — смеситель; 4 — дозирующее устройство; 5 — реагентное хозяйство (склады реагентов, растворные баки); 6 — нейтрализатор; 7 — отстойник; 8 — выпуск нейтрализованных сточных вод; 9 — выпуск осадка; 10 — сооружения по обработке осадка

единения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды). Такие виды сточных вод встречаются в машиностроительной (цехи гальванических покрытий), горнодобывающей (обогащительные фабрики свинцово-цинковых и медных руд), нефтехимической, целлюлозно-бумажной (цехи варки целлюлозы) и других отраслях промышленности.

В качестве окислителей используют хлор, гипохлорид кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха.

Коагуляцию (образование частиц в растворе) широко применяют для очистки сточных вод предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, легкой, текстильной и других отраслей промышленности. Для коагуляции используют соли алюминия, железа, магния, шламовые отходы и отработанные растворы, а также различные виды флокулянтов.

Производственные сточные воды после сооружений механической очистки представляют собой агрегативно-устойчивую систему. При введении в такую сточную воду коагулянтов или флокулянтов совместно с флокулянтами агрегативная устойчивость нарушается, образуются более крупные агрегаты частиц (хлопья), которые затем удаляются механическими методами. В состав очистной станции при использовании данного способа входят реагентное хозяйство (склады для хранения коагулянтов и флокулянтов, растворные и расходные баки, дозаторы); смесители; камеры хлопьеобразования; отстойники; сооружения по обработке осадка. Эффективность очистки может достигать 90...95 %.

На практике находит применение метод *электрохимического коагулирования* с использованием электродов, изготовленных из стали или сплавов алюминия. Металл анода под действием постоянного тока ионизируется и переходит в сточную воду; частицы загрязнений коагулируются образовавшимися труднорастворимыми гидроксидами алюминия или железа.

Сорбция (поглощение вещества из раствора) — один из наиболее эффективных методов очистки от растворенных органических веществ сточных вод предприятий химической, нефтехимической и других отраслей промышленности. Обеспечивающие высокую эффективность очистки сорбционные методы целесообразно применять для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей утилизацией и использованием очищенных сточных вод в системе оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

В качестве сорбентов применяют различные искусственные и природные *пористые* материалы: золу, коксовую мелочь, торф,

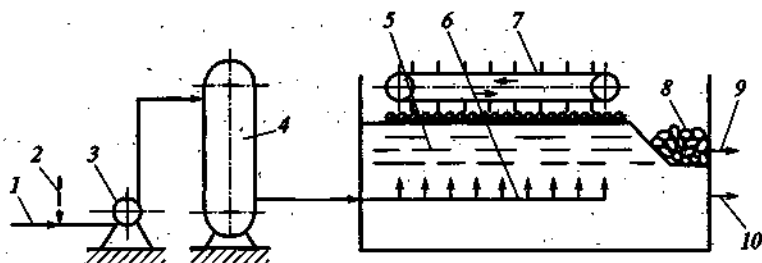


Рис. 4.11. Схема напорной флотационной установки:

1, 2 — трубопроводы для подачи сточной воды и воздуха соответственно; 3 — насос; 4 — напорный бак; 5 — флотационная камера; 6 — система распределения водовоздушной смеси; 7 — механизм для сгребания пены; 8 — пеносборник; 9, 10 — отводы пены и обработанной сточной воды соответственно

силикагели, алюмогели, активные глины и др. Эффективными сорбентами являются активные угли разных марок.

Процесс сорбции может осуществляться в статических условиях, при которых частица жидкости не перемещается относительно частицы сорбента, т.е. движется вместе с последней (аппараты с перемешивающими устройствами), а также в динамических условиях, при которых частица жидкости перемещается относительно сорбента (фильтры, аппараты с псевдоожиженным слоем) [29].

Флотация (всплывание загрязненных частиц) служит для очистки производственных сточных вод, содержащих ПАВ, нефть, нефтепродукты, жиры, масла, волокнистые частицы. Процесс флотации заключается в образовании в толще воды *газовых пузырьков* (чаще воздушных), *прилипанию* частиц к поверхности раздела газовой и жидкой фаз, всплывании вредных компонентов на поверхность обрабатываемой сточной жидкости и удалении образовавшегося пенного слоя.

Применение того или иного способа флотации зависит от состава сточных вод, необходимой степени очистки и обосновывается технико-экономическими расчетами.

Наиболее широко применяют напорную флотацию (рис. 4.11), позволяющую обрабатывать сточные воды с начальной концентрацией до 4...5 г/л и более.

При использовании напорной флотации сточные воды насосом подаются в напорный бак 4. На всасывающем трубопроводе имеется патрубок для подсоса воздуха. Из напорного бака насыщенная воздухом вода поступает в флотационную камеру 5, где выделяющиеся из сточной воды пузырьки воздуха всплывают вместе с частицами загрязнений. Всплывающая масса непрерывно удаляется механизмами для сгребания пены в пеносборники.

Продолжительность флотации 15... 30 мин, глубина камеры не менее 3 м, пропускная способность флотаторов до 1 000 м³/ч.

При механическом диспергировании воздуха за счет перемещения воздушной струи в воде создается интенсивное вихревое движение, под воздействием которого воздушная струя распадается на отдельные пузырьки.

При электрофлотационной обработке флотационный эффект создается за счет выделения пузырьков водорода на катоде и кислорода на аноде в процессе электролиза воды. Если применяют растворимые электроды, то флотационный процесс дополняется коагуляционным, что повышает общий эффект очистки.

Экстракционный метод очистки производственных сточных вод основан на распределении загрязняющего вещества в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей в зависимости от его растворимости в них. Метод целесообразно применять при относительно высоком содержании в сточных водах растворенных органических веществ, представляющих техническую ценность (фенолы, жирные кислоты). В процессе экстракции экстрагент вводят в обрабатываемую воду. После достижения равновесия концентрация экстрагируемого вещества в экстрагенте значительно превышает остаточную концентрацию в сточной воде, и экстракт (экстрагент с растворенным веществом) отделяется от обработанной сточной воды, а затем с помощью различных методов осуществляется отделение экстрагируемого (вредного) вещества, которое утилизируется. Экстрагент затем вновь используется в технологическом процессе.

Метод экстракции широко применяется при очистке сточных вод предприятий по термической переработке каменного и бурого углей, сланцев, торфа, содержащих значительное количество фенолов. Эффективность их извлечения из сточных вод достигает 80...95 %.

Методом *ионного обмена* из сточных вод за счет обмена между ионами, находящимися в растворе, и ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы (ионита), из сточных вод можно извлекать и утилизировать ценные примеси (соединения мышьяка, фосфора, хром, цинк, свинец, медь, ртуть и др.), радиоактивные вещества. При этом сточная вода может быть очищена до ПДК вредных веществ и использоваться в технологических процессах или в системах оборотного водообеспечения.

При очистке производственных сточных вод находят применение и другие химические и физико-химические методы.

Метод *биологической очистки* бытовых и производственных сточных вод основан на биологическом окислении содержащихся в сточных водах органических соединений, которое реализуется в естественных и искусственных сооружениях. В естественных

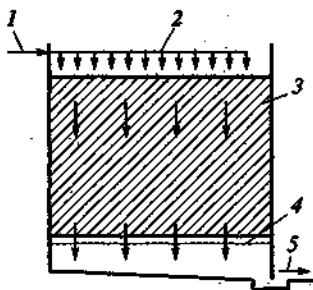


Рис. 4.12. Схема биологического фильтра:

1 — трубопровод; 2 — распределитель сточных вод; 3 — загрузочный материал; 4 — поддерживающая решетка; 5 — очищенная вода

сооружениях очистку осуществляют на полях фильтрации или орошения и в биологических прудах.

Биологическая очистка на полях состоит в том, что при фильтровании сточной воды через слой почвы в ней адсорбируются взвешенные и коллоидные вещества, которые со временем образуют в порах почвы микробиологическую пленку. Эта пленка адсорбирует и окисляет задержанные органические вещества, превращая их в минеральные соединения.

Различают биологические пруды с естественной и искусственной аэрацией. Требуемая площадь прудов с искусственной аэрацией существенно меньше за счет более равномерного перемеще-

ния сточной воды подаваемым в нее сжатым воздухом и дополнительного поступления кислорода из подаваемого воздуха.

Биологическая очистка сточных вод в искусственных сооружениях осуществляется в биологических фильтрах, аэротенках и окситенках.

На рис. 4.12 представлена схема биологического фильтра. Исходная сточная вода по трубопроводу 1 поступает в распределитель сточных вод 2 и равномерно распределяется над поверхностью загрузочного материала 3. В процессе фильтрования через загрузочный материал, в качестве которого используют шлак, щебень, керамзит, пластмассу, гравий и т.п., на загрузочном материале образуется биологическая пленка, микроорганизмы которой поглощают органические вещества. Загрузочный материал поддерживается поддерживающей решеткой 4. Очищенная от органических примесей вода 5 выводится из фильтра через трубопровод.

Аэротенки по конструкции аналогичны отстойникам, в которые помещают активный ил — микроорганизмы и подают сжатый воздух, обеспечивающий интенсификацию процесса окисления органических примесей.

Окситенки — модификация аэротенков, в которые вместо сжатого воздуха подают газообразный кислород. При этом процессы окисления существенно интенсифицируются, однако усложняются условия эксплуатации вследствие взрывопожароопасности кислорода.

Более подробно биологические методы очистки сточных вод изложены в [27].

Содержащиеся в биологически очищенных сточных водах частицы активного ила, биопленки, остаточные загрязнения биологического происхождения, ПАВ, биогенные элементы (азот и фосфор), бактериальные загрязнения оказывают вредное влияние на водоемы, вызывают их эвтрофикацию (повышение уровня питательных веществ), создают трудности при повторном использовании сточных вод в системах оборотного водообеспечения. Эти обстоятельства вызывают необходимость *глубокой очистки* (доочистки) бытовых и производственных сточных вод.

Необходимая степень глубокой очистки определяется требованиями технологического регламента производства и повышенными требованиями к санитарному состоянию водоемов. Глубокая очистка сточных вод предусматривает уменьшение концентрации взвешенных веществ в очищенных сточных водах; снижение величины БПК, содержания биогенных элементов; обеззараживание сточных вод; насыщение очищенных сточных вод кислородом при спуске их в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Для глубокой очистки от взвешенных и растворенных веществ применяют фильтры различных конструкций с загрузкой из песка, гравийного щебня, антрацита, пластмассовых гранул. При начальных концентрациях взвешенных веществ и БПК 15...25 мг/л эффективность очистки по взвешенным веществам составляет 75...90 %, по БПК — 50...60 %. Для глубокой очистки от биологически окисляемых загрязнений применяют биологические пруды, обеспечивающие снижение концентрации БПК до 3...5 мг/л.

Биологически неокисляемые загрязнения могут удаляться из сточных вод с помощью сорбционных и ионообменных установок.

Для уничтожения содержащейся в очищенных сточных водах болезнетворной микрофлоры производят их *обеззараживание*. Эффект обеззараживания должен составлять практически 100 %. Сточные воды после полной очистки обеззараживают путем введения в воду соединений хлора или других сильных окислителей (например, озона), обеспечивающих защиту водоемов от попадания в них возбудителей заболеваний.

В целях предотвращения интенсивного разрастания в водоемах растительности следует предупреждать нарушение баланса поступления в них питательных веществ и биогенных элементов. Соединения фосфора из сточных вод извлекают с помощью коагуляции. Соединения азота удаляют методами отдувки, ионного обмена, электролиза, а также химическим или биологическим методом.

Наиболее надежной технологической схемой биологической очистки является трехстадийная (рис. 4.13), включающая в себя процессы аэрации, нитрификации (процесс окисления азота ам-

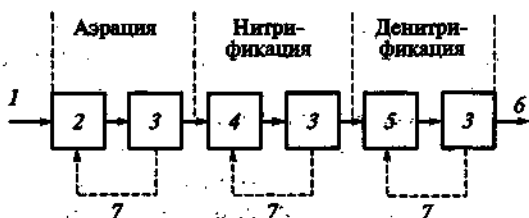


Рис. 4.13. Трехстадийная схема биологической очистки:

1 — сточные воды, содержащие азот аммонийных солей; 2 — аэротенк; 3 — отстойники; 4 — нитрификатор; 5 — денитрификатор; 6 — обработанная сточная вода; 7 — циркуляционный ил

монийных солей в нитриты и нитраты), денитрификации (процесс восстановления нитратов до молекулярного азота). В результате такой глубокой очистки эффект снижения количества биогенных элементов достигает 98...99 %.

Определенную специфику представляют очистка и обеззараживание сточных вод, предназначенных для водоемов рыбохозяйственного назначения, и сточных вод от радиоактивных загрязнений.

Вопросы обработки и использования осадков сточных вод, объем которых обычно не превышает 0,5...2 % объема очищаемой воды, подробно отражены в [29].

В общем виде технологическая схема обработки осадков включает в себя следующие стадии: уплотнение; стабилизацию; кондиционирование; обезвоживание; ликвидацию; обеззараживание; утилизацию. Задачей стадий уплотнения является уменьшение влагосодержания осадка, что позволяет снизить затраты на последующих стадиях обработки. Уплотнение осадков осуществляется гравитационным способом, центрифугированием, фильтрованием, флотацией. Стабилизация производится в целях предотвращения загнивания осадков и достигается минерализацией органических веществ с помощью анаэробного (метанового) брожения, аэробного окисления, изменением активной реакции среды (подщелачиванием), высушиванием. Процесс анаэробного брожения применяют для минерализации органических осадков из первичных отстойников и избыточного активного ила, а также их смесей и проводят в герметически закрытых резервуарах — метантенках при двух температурных режимах: мезофильном (температура 30...35 °C) и термофильном (температура 52...55 °C). При этом образуется метан, который выводится из метантенка и утилизируется в качестве топлива.

Среди методов кондиционирования осадков наиболее известна реагентная обработка их минеральными коагулянтами. Обезвоживание осадков может осуществляться в естественных услови-

ях на иловых площадках и в искусственных условиях в вакуум-фильтрах, центрифугах, виброфильтрах, фильтр-прессах. Заключительный этап обезвреживания осадков — термическая сушка. При утилизации осадков из них извлекают ценные вещества для добавки к кормам и для удобрения. Осадки минерального происхождения находят применение при производстве строительных материалов и строительстве дорог. Если осадки имеют токсичные примеси или их утилизация нецелесообразна, то применяют метод сжигания.

Контроль за состоянием окружающей среды осуществляют министерства, государственные комитеты и ведомства при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений, оборудования и аппаратуры для очистки выбросов от загрязняющих веществ. Они также следят за оснащением приборами, необходимыми для постоянного наблюдения за эффективностью очистки, величиной выбросов и вредных физических, биологических и химических воздействий.

Работа этих органов в указанном направлении регламентируется действующими нормативными документами. Контроль проводится при участии представителей санитарно-эпидемиологических станций, бассейновых территориальных управлений и инспекций по регулированию использования и охране вод, государственной инспекции по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок, санитарных лабораторий на промышленных предприятиях, а при их отсутствии — инженеров по охране труда.

Одним из важных мероприятий, обеспечивающих эффективный контроль состояния окружающей среды, является *инвентаризация* всех выбросов и сбросов, загрязняющих атмосферу и воду, которая проводится на объектах, дающих загрязнение окружающей среды, на основании замеров и расчетов, причем определяются виды вредных веществ, их количество и режим выделения.

Утверждены формы статистической отчетности, касающиеся охраны окружающей среды, по которым производственные объединения и предприятия, имеющие выбросы вредных веществ, обязаны регулярно представлять сведения в заинтересованные организации о выполнении мероприятий по уменьшению вредных выбросов, их количестве, характере, очистке и утилизации, характеристике источников выбросов и показателях работы очистных установок.

Контроль за состоянием окружающей среды ведут с помощью анализа проб воздуха, воды и почвы на выбросах, сбросах и в местах использования вредных веществ.

Управление охраной природы и окружающей среды на предприятиях включает в себя следующие вопросы:

- планирование мероприятий по охране окружающей среды, определение заданий подразделениям предприятия по выполнению требований охраны окружающей среды, использованию попутных и побочных продуктов производства, технологических отходов, выбросов и сбросов;

- инженерное обеспечение работ по охране окружающей среды, состоящее в экологической экспертизе технической документации на продукцию и технологические процессы и приведении их в соответствие с экологическими нормами и требованиями;

- перестройка технологических процессов в соответствии с требованиями охраны природы в целях уменьшения или полной ликвидации вредного воздействия побочных продуктов на окружающую среду;

- метрологическое обеспечение контроля загрязнения окружающей среды (обеспечение методами и средствами определения качества окружающей среды);

- материально-техническое обеспечение проводимых мероприятий по охране окружающей среды; обеспечение нормального функционирования средств охраны природы (техническое обследование устройств и установок по улавливанию, очистке и обеззараживанию выбросов и отходов) и др.

В выполнении указанных мероприятий на предприятии участвуют отделы главного технолога, главного конструктора, главного энергетика, главного механика, материально-технического снабжения, капитального строительства, производственно-технический отдел, заводская лаборатория и другие заинтересованные подразделения. Руководит работой, как правило, заместитель руководителя предприятия — главный инженер совместно с отделом охраны окружающей среды (при отсутствии последнего — с отделом (специалистом) по охране труда).

Организующим началом в обеспечении защиты окружающей среды является научно и экономически обоснованное проектирование, позволяющее найти оптимальное решение. Еще в комплексном проекте промышленного предприятия необходимо разрабатывать разделы по обеспечению чистоты воздуха, гидросферы, акустической среды, а также охраны окружающей среды от загрязнения твердыми отходами производства. Эти вопросы изложены в [29].

В улучшении экологических показателей промышленных предприятий, рациональном использовании ими природных ресурсов существенное значение имеет *экологический паспорт природопользователя* (ГОСТ Р 17.0.0.06—2000). Экологический паспорт дополняется и корректируется по мере изменения технологии производства, замены оборудования, устройства дополнительной очистки выбросов и сбросов и т.д. Хранится паспорт на

предприятия и в территориальном органе Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, где он и регистрируется.

Существовавшая система управления хозяйством предприятий ориентировалась в основном на вовлечение в общественное производство все новых и новых ресурсов, прежде всего взятых у природы. Свойственная ей *штрафная система* компенсации загрязнения окружающей среды и недопустимое, приводящее к пагубным последствиям воздействие человека на животный и растительный мир явно неприемлемы. В то же время только экономическое воздействие, основанное на оптимальной прогнозной оценке использования природных и других ресурсов, способно внести гармонию в развитие производительных сил общества и охраны окружающей среды и природы.

Плата за выбросы загрязняющих веществ представляет собой компенсацию за экономический ущерб от загрязнения окружающей среды и производится за счет прибыли (дохода), остающейся в распоряжении природопользователей.

Установлены следующие источники платежей за загрязнение окружающей природной среды:

- платежи в пределах допустимых нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов осуществляются за счет себестоимости продукции (работ, услуг);
- платежи за превышение допустимых нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов, а также превышение лимитов или временно согласованных нормативов выбросов осуществляются за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

Плата за воду с предприятий, отводящих сточные воды через систему коммунальной канализации, поступает на счет предприятий водопроводно-канализационного хозяйства и направляется на совершенствование техники и технологии городских систем водоотведения. В случаях аварийных выбросов и сбросов по вине природопользователей, а также размещения отходов на не отведенной для этой цели территории устанавливается повышенный тариф к нормативам платы за допустимые выбросы и сбросы загрязняющих веществ.

Контрольным показателем, определяющим допустимость поступления вредных веществ в метеорологических среду, является ПДВ, который при неблагоприятных метеорологических условиях создает в приземном слое примеси, равные ПДК этих вредных веществ в атмосферном воздухе. В целях обеспечения чистоты воздушной среды представляется весьма важным, чтобы источники выделения вредных веществ не только не превышали ПДК, но и выбрасывали меньше вредных веществ.

Для реализации эффективных мероприятий по охране окружающей среды кроме экономических санкций и стимулов действуют *официальные документы*, устанавливающие порядок проведения этих мероприятий. Основным нормативным актом в настоящее время является ГОСТ Р ИСО 14001—2007.

Большое значение для охраны природы и рационального использования природных ресурсов имеют следующие законодательные документы:

- Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 365-ФЗ);

- Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 365-ФЗ);

- Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 365-ФЗ);

- Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 365-ФЗ);

- Закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 374-ФЗ).

Указанные законодательные документы периодически перерабатываются и дополняются, а на их основе разрабатываются региональные нормативно-правовые акты.

С 1992 г. действует закон об охране окружающей природной среды, в 2002 г. принят Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 374-ФЗ), который:

- обязывает планирующие, проектирующие и хозяйственные органы и предприятия учитывать взаимосвязь природной среды и эксплуатируемой техники, чтобы последствия не оказывали вредного воздействия на окружающую среду;

- требует выделения ассигнованной и других материальных средств для охраны и улучшения качества природной среды;

- предусматривает участие общественности в охране природы, организацию преподавания, пропаганды и научно-исследовательских работ по сохранению и улучшению окружающей природной среды;

- обязывает организации, производящие строительные работы, осуществлять мероприятия по сохранению почвенного покрова и производить работы по его восстановлению на землях, затронутых работами;

- возлагает на министерства и ведомства обязанность обеспечения контроля за соблюдением учреждениями, предприятиями и гражданами законов об охране природы и за выполнением мероприятий по сохранению и восстановлению природных ресурсов.

В целях повышения научно-технического уровня охраны природы разрабатываются и вводятся в действие обязательные на всей территории страны государственные стандарты по экологии (более 200). Стандартизация экологической деятельности обеспечивает применение единых и обязательных методов и правил охраны природы, а также единой терминологии.

Экологические стандарты в системе стандартизации выделены в специальную группу, имеющую порядковый номер 17, и подразделяются на комплексы. Организационно-методические стандарты образуют нулевой комплекс, например ГОСТ Р 17.0.0.06—2000 и др., остальные формируются по природно-ресурсному принципу. Стандарты в области охраны и рационального использования вод образуют первый комплекс; например ГОСТ 17.1.1.01—77. Стандарты, регламентирующие охрану атмосферы, объединяются во второй комплекс, например ГОСТ 17.2.3.01—86 и др. Стандарты, определяющие требования по охране и рациональному использованию почв, сведены в четвертый комплекс, по использованию земель — в пятый, по охране флоры — в шестой комплекс.

4.2. Чрезвычайные ситуации и меры защиты от их поражающих факторов

Под *чрезвычайными ситуациями* (ЧС) следует понимать события, которые могут произойти в мирное и военное время и приводят к возникновению *очагов массового поражения*.

Чрезвычайные ситуации подразделяются:

на ЧС *военного времени* (вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения (ОМП), других средств поражения и др.);

ЧС *мирного времени* (рис. 4.14).

По *поражающим факторам* ЧС подразделяют на следующие классы:

- *локальные* (a — число людей, пострадавших от ЧС, — менее 10; число людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности, — более 100; либо b — размер материального ущерба в МРОТ¹ на день возникновения ЧС — менее 1 000 МРОТ, зона распространения поражающих факторов ЧС не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения);

- *местные* (a — число людей, пострадавших от ЧС, — от 11 до 500; число людей, у которых нарушены условия жизнедеятельно-

¹ МРОТ — минимальный размер оплаты труда.

сти, от 101 до 300; либо *б* — размер материального ущерба в МРОТ на день возникновения ЧС — 5 000 МРОТ, зона распространения поражающих факторов ЧС не выходит за пределы населенного пункта, города, района);

• *территориальные* (*а* — количество людей, пострадавших от ЧС, — от 11 до 500; количество людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности, — от 301 до 500; либо *б* — размер материального ущерба в МРОТ на день возникновения ЧС — 5 тыс. — 0,5 млн МРОТ, зона распространения поражающих факторов ЧС не выходит за пределы субъекта Российской Федерации);

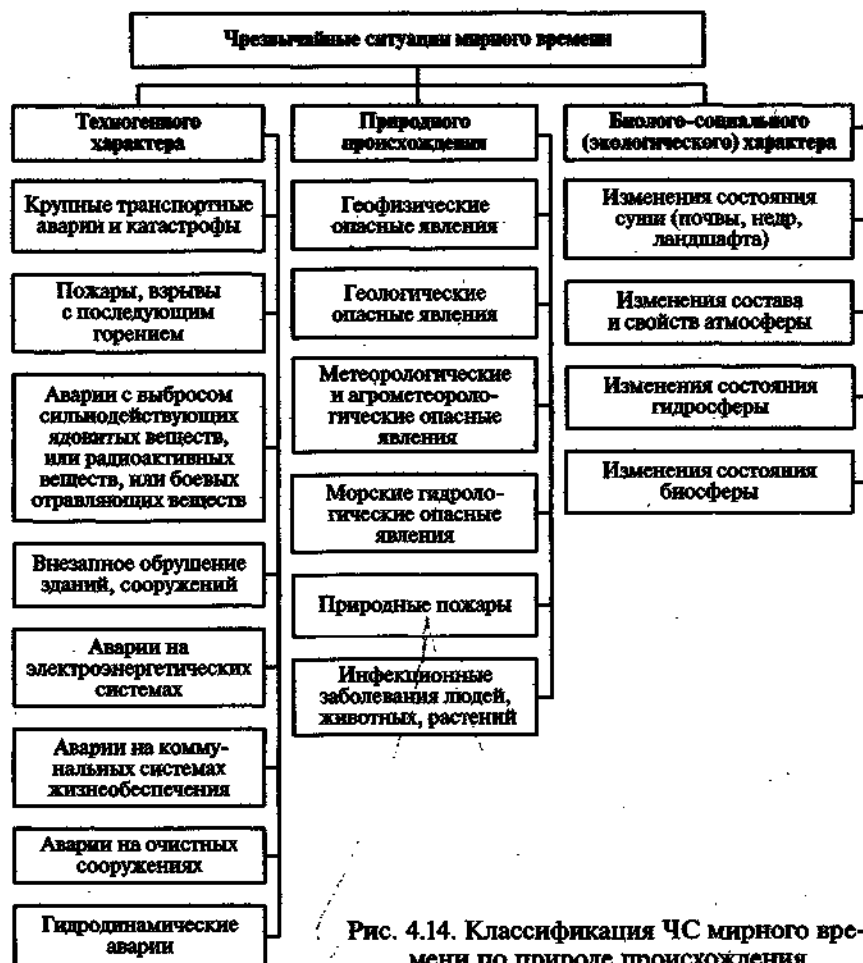


Рис. 4.14. Классификация ЧС мирного времени по природе происхождения

• *региональные* (*а* — количество людей, пострадавших от ЧС, — от 51 до 500; количество людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности, — от 501 до 1000; либо *б* — размер материального ущерба в МРОТ на день возникновения ЧС — 0,5—5 млн МРОТ, зона распространения поражающих факторов ЧС охватывает территорию двух субъектов Российской Федерации);

• *федеральные* (*а* — количество людей, пострадавших от ЧС, — более 500; количество людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности, — более 1000; либо *б* — размер материального ущерба в МРОТ на день возникновения ЧС, — более 5 млн МРОТ, зона распространения поражающих факторов ЧС выходит за пределы более чем двух субъектов Российской Федерации);

• *трансграничные* — ЧС выходит за пределы Российской Федерации либо произошла за рубежом.

Силы и средства, привлекаемые для ликвидации ЧС (возможно привлечение Вооруженных сил, войск ГО): локальная ЧС — силы и средства организации; местная ЧС — силы и средства органов местного самоуправления; территориальная ЧС — силы и средства органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации; региональная ЧС — силы и средства органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации; федеральная ЧС — силы и средства органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации; трансграничная ЧС — силы и средства привлекаются по решению Правительства Российской Федерации.

Чрезвычайные ситуации природного и биолого-социального происхождения (стихийные бедствия) могут возникать как независимо друг от друга, так и во взаимосвязи: одно из них может повлечь за собой другое. Например лесные и торфяные пожары, оползни, обвалы ледников, снежные лавины, часто возникают из-за не всегда разумной деятельности человека.

Независимо от источника возникновения стихийные бедствия характеризуются значительными масштабами и различной продолжительностью — от нескольких секунд и минут (землетрясения, снежные лавины) до нескольких часов (сель), дней (оползень) и месяцев (наводнение).

Каждое стихийное бедствие имеет свои характеристики, последствия, требует специфичных методов ликвидации, достаточного отработанных системой ГО.

Авария (катастрофа) — это выход из строя машин, механизмов, устройств, коммуникаций, сооружений, их систем вследствие:

нарушения технологии производства, правил эксплуатации, мер безопасности;

ошибок, допущенных при проектировании, строительстве или изготовлении станков, агрегатов и т.д.;

низкой трудовой дисциплины, а также в результате стихийных бедствий.

Наиболее характерными авариями, вызывающими тяжелые последствия, являются взрывы, пожары, заражение атмосферы и местности сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ) и радиоактивными веществами (РВ).

Взрывы и, как следствие, *пожары* происходят на объектах, производящих взрывоопасные и химические вещества; в системах и агрегатах, находящихся под большим давлением; на газо- и продуктоводах и т. д. Наиболее взрывопожароопасные смеси с воздухом образуются при истечении газообразных и сжижении углеводородных продуктов: метана, пропана, бутана, этилена, пропилена, бутилена.

Пожары на предприятиях могут возникнуть также вследствие повреждения электропроводки машин, находящихся под напряжением; топок и отопительных систем; емкостей с ЛВЖ, нарушений ПБ.

На характер и масштабы пожаров существенное влияние оказывают огнестойкость зданий и сооружений, пожарная опасность производства, плотность застройки, метеорологические условия, состояние систем и средств пожаротушения и др. (см. подразд. 2.8).

Аварии с истечением (выбросом) СДЯВ и заражением окружающей среды возникают на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, мясомолочной и пищевой промышленности, водопроводных и очистных сооружениях, а также при транспортировке СДЯВ. Непосредственными причинами являются нарушения правил хранения и транспортировки, несоблюдение требований техники безопасности, выход из строя агрегатов, механизмов, трубопроводов, повреждение емкостей и др.

Сильнодействующие ядовитые вещества могут быть элементами технологического процесса (аммиак, хлор, серная и азотная кислоты, фтористый водород) и могут образовываться при пожарах на предприятиях (оксид углерода, оксид азота, хлористый водород, сернистый газ). Для защиты от СДЯВ применяются промышленные фильтрующие противогазы различных марок, выбор которых зависит от вида СДЯВ и его концентрации.

Наиболее опасными по масштабам последствий являются аварии на атомных электростанциях (АЭС) с выбросом в атмосферу радиоактивных веществ, в результате чего кроме разрушения энергоблоков имеет место длительное радиоактивное заражение местности на огромных площадях.

К современным средствам поражения, вызывающим ЧС конфликтного характера, относятся ОМП и обычные средства нападения.

Современные виды ОМП подразделяют на ядерное, химическое и бактериологическое [50]. Для их доставки к целям используются ракеты различных типов, а также самолеты и артиллерия.

В результате различных ЧС возникает *очаг поражения* — территория, в пределах которой произошли массовые разрушения и повреждения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающиеся поражениями и гибелью людей, животных, растений.

Для каждого вида ЧС существуют свои методы расчета размеров и других характеристик очага поражения. Для предприятий со взрывопожароопасной технологией, в частности, учитывается, что при взрыве газозооушной смеси образуется ударная волна, поэтому рассчитывается избыточное давление ударной волны, по величине которого судят о степени возможного разрушения здания или сооружения, находящегося на определенном расстоянии от источника взрыва.

В военное или невоенное время возможно одновременное или последовательное возникновение на одной территории нескольких ЧС, поэтому применяется понятие *очаг комбинированного поражения* (ОКП). Наиболее сложные виды ОКП могут иметь место при сочетании радиоактивного и химического, радиоактивного и биологического, химического и биологического заражения.

Очаг комбинированного поражения, как правило, характеризуется сочетанием различных видов поражения людей, различных степеней разрушения техники, зданий и сооружений, вызывает увеличение потерь населения, значительное усложнение ведения спасательных работ.

Несмотря на различные ОКП, правила поведения в них имеют некоторые общие черты. К ним относятся, в частности, экстренный характер оповещения о возникшей угрозе; принятие срочных мер по предотвращению или снижению поражающего действия наиболее опасного, а затем и всех других факторов; строгое соблюдение мер предосторожности при действиях и поведении в ОКП.

Безопасность населения и территорий в условиях ЧС мирного и военного времени призвана обеспечить система их предупреждения (гражданская оборона). Существующая в настоящее время схема управления ГО и ликвидацией последствий ЧС и стихийных бедствий представлена на рис. 4.15.

Руководителями представленных на рис. 4.15 органов и служб соответственно являются в министерствах — министры, в главных управлениях — главы краевых (областных) администраций, в управлениях — мэры городов, в районных управлениях — главы районных администраций, на предприятиях, в организациях и в учреждениях — их руководители.



Рис. 4.15. Схема управления ГО и ликвидацией последствий ЧС и стихийных бедствий

К основным задачам системы обеспечения БЖД в условиях ЧС мирного и военного времени относятся [14]:

- защита населения в чрезвычайных ситуациях — при авариях на АЭС, радиационно и химически опасных объектах, при стихийных бедствиях и катастрофах, а также от ОМП и других средств нападения противника;
- повышение устойчивости работы хозяйственных объектов и отраслей в условиях мирного и военного времени;
- проведение спасательных и других неотложных работ (СидНР) в очагах поражения.

Кроме основных имеются еще такие задачи, как:

- всеобщее обязательное обучение населения;
- создание, подготовка и поддержание в постоянной готовности формирований по обеспечению БЖД в ЧС;
- создание и поддержание в готовности пунктов управления, систем и средств оповещения и связи, наблюдения и контроля

за радиоактивным, химическим и бактериологическим заражением;

- защита продовольствия, пищевого сырья, водоисточников и систем водоснабжения от ОМП и проведение мероприятий по ликвидации последствий их заражения.

Средства защиты населения и территорий от различных видов ЧС за многие годы отработаны системой ГО применительно к обеспечению защиты от ОМП и в настоящее время являются основными в любой ЧС, сопровождающейся возникновением очага массового поражения.

Основными способами защиты от ОМП являются [11, 50]:

- укрытие населения в СКЗ — защитных сооружениях и простейших укрытиях (рис. 4.16, 4.17), а также умелое использование защитных свойств местности и местных предметов;
- своевременное и умелое применение СИЗ;
- эвакуация и рассредоточение населения из крупных городов в загородную зону.

Средства индивидуальной защиты предохраняют от попадания внутрь организма и на кожные покровы радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. Они подразделяются на СИЗ органов дыхания и СИЗ кожи. К СИЗ относятся также медицинские средства: пакет перевязочный медицинский (ППМ), аптечка индивидуальная АИ-2, индивидуальный противохимический пакет ИПП-8.

Рассредоточение рабочих и служащих — это организованный вывод из крупных городов (других населенных пунктов) и размещение в загородной зоне свободной от работы смены рабочих и служащих объектов народного хозяйства, продолжающих работу в военное время.

Эвакуация заключается в организованном выводе (вывозе) населения из крупных городов (других населенных пунктов) и размещении его в загородной зоне, а также в выводе (вывозе) населения из зон возможного катастрофического затопления.

О начале эвакуации рабочим, служащим и членам их семей объявляет администрация предприятий, учреждений, организаций, остальной части населения — администрация жилищно-эксплуатационных контор по месту жительства.

Действия самого населения в условиях ЧС мирного времени заключаются в подготовке СИЗ, защите детей, индивидуальной защите, проведении противопожарных мероприятий, защите домов (квартир) от проникновения отравляющих веществ, обеспечении светомаскировки, защите продуктов питания и воды от заражения отравляющими веществами и т. д. [50, с. 49—93].

Способность предприятия (организации) в ЧС выпускать продукцию в запланированном объеме и номенклатуре (выполнять

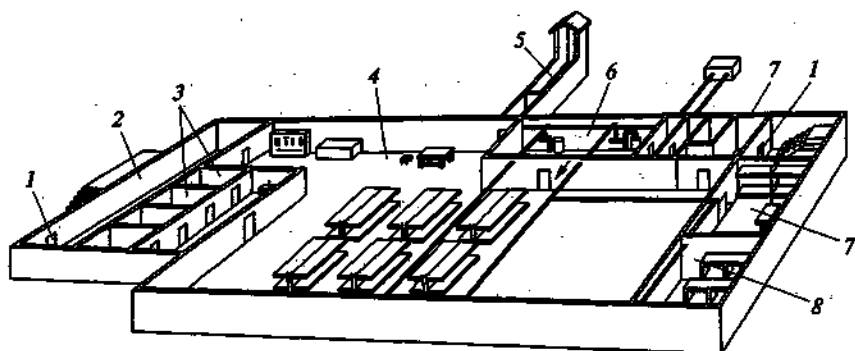


Рис. 4.16. План убежища:

1 — защитно-герметические двери; 2 — плюсовая камера; 3 — помещение санитарного узла; 4 — основное помещение для размещения людей; 5 — галерея и оголовки аварийного выхода; 6 — фильтровентиляционная камера; 7 — медицинская комната; 8 — кладовая для продуктов (помещений 7, 8 может не быть)

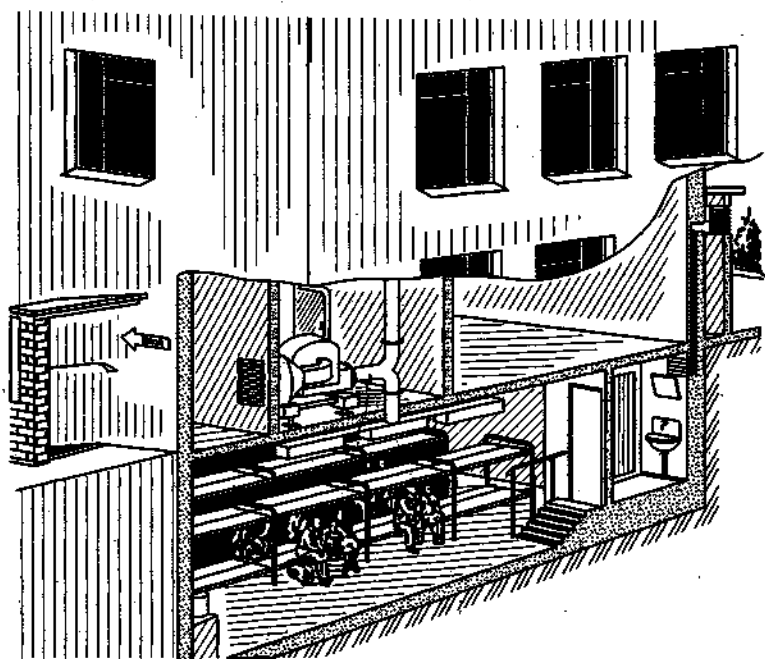


Рис. 4.17. Противорадиационное укрытие в подвале многоэтажного здания

свои функции в соответствии с предназначением), а в случае аварии (повреждения) восстанавливать производство в минимально короткие сроки, называется *устойчивостью*.

На устойчивость функционирования предприятия в ЧС влияют следующие факторы:

- надежность защиты работающих от последствий стихийных бедствий, аварий (катастроф), а также воздействия первичных и вторичных поражающих факторов ОМП и других современных средств нападения;
- способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени этим воздействиям;
- надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции (сырьем, топливом, электрической энергией, газом, водой и т.п.);
- устойчивость и непрерывность управления производством и ГО;
- подготовленность объекта к ведению СидНР и работ по восстановлению нарушенного производства.

Перечисленные факторы определяют и основные требования к устойчивому функционированию предприятия в условиях ЧС и пути его повышения.

Особое значение приобретают в настоящее время требования к устойчивости функционирования промышленных производств в условиях ЧС мирного времени, чтобы в будущем исключить аварии типа Чернобыльской. Эти требования изложены в СНиП 2.01.51—90, а также в разработанных на их основе ведомственных нормативных документах, дополняющих и развивающих требования действующих норм применительно к отраслям.

Оценка устойчивости предприятий к воздействию различных поражающих факторов проводится с использованием специальных методик. Исходными данными для проведения расчетов по оценке устойчивости предприятия являются возможные максимальные значения параметров поражающих факторов, характеристики объекта и его элементов.

Параметры поражающих факторов обычно задаются вышестоящим органом обеспечения безопасности в условиях ЧС. Если такая информация не поступила, то максимальные значения поражающих факторов определяются расчетным путем. При отсутствии этих данных характер и степень ожидаемых разрушений могут быть определены для различных значений интенсивности землетрясений I (в баллах) или избыточного давления Δp_{ϕ} воздушной ударной волны ядерного взрыва, вызывающего в зданиях и сооружениях слабые, средние и сильные разрушения.

Основные мероприятия по повышению устойчивости, проводимые на объектах в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий

стихийных бедствий, аварий (катастроф), а также первичных и вторичных поражающих факторов ядерного взрыва; обеспечение надежности управления и материально-технического снабжения; светомаскировку объекта; подготовку его к восстановлению нарушенного производства и переводу на режим работы в условиях ЧС (ГОСТ Р 22.8.01—96).

Надежная *защита работающих* является важнейшей задачей повышения устойчивости работы любого объекта (предприятия). С этой целью возводятся защитные сооружения: убежища для укрытия наибольшей работающей смены предприятия и противорадиоактивные укрытия (ПРУ) в загородной зоне для отдыхающей смены и членов семьи.

На участках с непрерывными производственными процессами строятся индивидуальные убежища с дистанционным управлением технологическими процессами.

Производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны производственного персонала и членов семей, накоплению, хранению и поддержанию готовности СИЗ.

Важнейшим элементом подготовки к защите является обучение работающих умелому применению средств и способов защиты, действиям в условиях ЧС, а также в составе формирований при проведении СидНР.

Защита инженерно-технического комплекса предусматривает сохранение материальной основы производства, зданий и сооружений, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей.

Здания и сооружения на предприятии необходимо размещать рассредоточенно. Между зданиями должны быть противопожарные разрывы шириной не менее суммарной высоты двух соседних зданий (см. подразд. 2.8). Наиболее важные производственные здания необходимо строить заглубленными или пониженной высоты, по конструкции лучше железобетонные, с металлическим каркасом. В каменных зданиях перекрытия должны быть из армированного бетона или бетонных плит. Большие здания следует разделять на секции несгораемыми стенами (брандмауэрами).

Складские помещения для хранения легковоспламеняющихся веществ (бензин, керосин, нефть, мазут) должны размещаться в отдельных блоках заглубленного или полузаглубленного типа у границ территории объекта или за ее пределами.

От устойчивости зданий и сооружений зависит в основном устойчивость всего предприятия. Повышение их устойчивости достигается устройством каркасов, рам, подкосов, контрфорсов, промежуточных опор для уменьшения пролета несущих конструкций. Невысокие сооружения для повышения их прочности час-

тично обсыпают грунтом. Высокие трубы, вышки, башни, колонны закрепляются стяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны.

Защита емкостей со СДЯВ и ЛВЖ осуществляется путем их валения — устройства земляного вала вокруг емкости, рассчитанного на удержание полного объема жидкости.

Основные мероприятия по повышению устойчивости технологического оборудования заключаются в сооружении над ним специальных устройств в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих его от повреждения. Само оборудование должно быть прочно закреплено на фундаменте болтами.

При реконструкции и расширении объектов промышленно-сти наиболее ценное и уникальное оборудование необходимо размещать на нижних этажах и в подвальных помещениях или специальных защитных сооружениях. Целесообразно также размещать его в отдельно стоящих зданиях павильонного типа, имеющих облегченные и несгораемые ограждения конструкции, разрушение которых не повлияет на сохранность оборудования.

Система газоснабжения должна закольцовываться, что позволяет отключить поврежденные участки и использовать сохранившиеся линии. На газопроводах следует устанавливать запорную арматуру с дистанционным управлением и краны, автоматически перекрывающие газ при разрушении труб.

Снабжение водой должно осуществляться от двух источников: основного и резервного, один из которых должен быть подземным (например, артезианские скважины).

Для повышения устойчивости систем электроснабжения электрическая энергия должна поступать с двух направлений, а при питании с одного направления необходимо предусмотреть автономный (аварийный) источник, например передвижную электростанцию.

Трансформаторные помещения, распределительная аппаратура и приборы должны быть надежно защищены, в том числе от электромагнитного импульса ядерного взрыва.

Резервным источником может быть близко расположенный водоем, от которого к объекту заблаговременно подводится водопровод, а также резервуары с запасом воды, защищенные от радиоактивного, химического и биологического заражения. Сети водоснабжения оборудуются задвижками для отключения отдельных участков при авариях.

Промышленные объекты должны быть снабжены двумя источниками пара и теплоты: внешний (ТЭЦ) и внутренний (местные котельные). Котельные необходимо размещать в подвальных помещениях или специально оборудованных отдельно стоящих защитных сооружениях. Тепловая сеть закольцовывается, парал-

тельные участки соединяются. Паропроводы прокладываются под землей в специальных траншеях. На паротепловых сетях устанавливаются запорно-регулирующие приспособления.

Для повышения устойчивости канализации следует строить раздельные системы: одна — для ливневых, другая — для промышленных и хозяйственных (фекальных) вод. В системе промышленной и хозяйственной канализации необходимо оборудовать не менее двух выпусков в коллекторы города. На случай аварии в городских сетях и на насосных станциях система канализации должна иметь аварийные сбросы в расположенные вблизи ручьи, овраги или в ливневую сеть.

Мероприятия по *исключению или ограничению поражения от вторичных поражающих факторов* тесно связаны с приведенными ранее. Дополнительно к перечисленным проводятся следующие мероприятия: максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих и сильнодействующих веществ непосредственно на территории объекта; сверхнормативные запасы вывозятся на безопасные расстояния.

Для целей дегазации на химических предприятиях со СДЯВ необходимо иметь запас различных дегазационных веществ: щелочей, водного раствора аммиака, сернистого натрия и др.

В цехах следует оборудовать автоматическую сигнализацию, которая позволяла бы предотвращать аварии, взрывы и загазованность территории, предусмотреть, где это необходимо, строительство защитных дамб от затопления территории, подготовить и рационально разместить средства пожаротушения.

Для *обеспечения непрерывного управления* необходимо иметь на предприятии надежно защищенные пункты управления, диспетчерские пункты, телефонную станцию и радиоузел, резервную электростанцию для зарядки аккумуляторов телефонной станции и питания радиоузла; надежную связь с местными органами управления, вышестоящим начальником ГО и его штабом, с формированиями на объекте и в загородной зоне; эффективную систему оповещения должностных лиц и всего производственного персонала предприятия.

Надежность материально-технического снабжения обеспечивается установлением устойчивых связей с предприятиями-поставщиками; заблаговременной подготовкой складов для хранения готовой продукции; переходом на местные источники сырья и топлива; строительством за пределами крупных городов филиалов предприятий; созданием на объектах запасов сырья, топлива, оборудования, материалов и комплектующих деталей; организацией маневра запасами в пределах объединения, отрасли.

Подготовка объектов к восстановлению должна предусматривать планы первоочередных восстановительных работ по не-

скольким вариантам возможного повреждения, разрушения объекта с использованием сил самих объектов, имеющих строительных материалов, с учетом при необходимости размещения оборудования на открытых площадках, перераспределения рабочей силы, помещений и оборудования.

Для обеспечения сохранности технической документации целесообразно изготовление ее копий в электронном виде, один экземпляр которых должен храниться в загородной зоне.

Целями проведения *СиДНР* в очагах массового поражения являются спасение людей и оказание медицинской помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих ведению спасательных работ; создание условий для последующего проведения восстановительных работ на предприятиях.

Спасательные работы в очагах массового поражения включают в себя:

- разведку маршрутов выдвижения формирований и участков (объектов) работ;
- локализацию и тушение пожаров на маршрутах выдвижения и участках (объектах) работ;
- розыск пораженных и извлечение их из поврежденных и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымленных помещений, завалов;
- вскрытие разрушенных, поврежденных и заваленных защитных сооружений и спасение находящихся в них людей;
- подачу воздуха в заваленные защитные сооружения с поврежденной фильтровентиляционной системой;
- оказание первой медицинской помощи пораженным и эвакуацию их в лечебные учреждения;
- вывод (вывоз) населения из опасных зон в безопасные районы;
- санитарную обработку людей, ветеринарную обработку животных, дезактивацию и дегазацию техники, средств защиты и одежды, продовольствия, пищевого сырья, воды и фуража.

Другие неотложные работы включают в себя:

- прокладку колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и зонах заражения;
- локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных и технологических сетях в целях создания условий для проведения спасательных работ;
- укрепление или обрушивание конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом и препятствующих безопасному движению и проведению спасательных работ;
- ремонт и восстановление разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасатель-

ных работ, а также защитных сооружений для укрытия людей в случае повторных ЧС;

- обнаружение, обезвреживание и уничтожение неразорвавшихся боеприпасов и других взрывоопасных предметов.

Спасательные и другие неотложные работы проводятся непрерывно, днем и ночью, в любую погоду до полного их завершения. Должны быть обеспечены быстрый вход спасателей в очаг поражения, развертывание и проведение СидНР в сжатые сроки; непрерывность их проведения; наращивание усилий по мере расширения фронта работ; маневр силами и средствами в ходе их выполнения; своевременная замена формирований; широкое и умелое использование прибывающей техники, а также аппаратуры для розыска и извлечения людей из-под завалов и разрушенных защитных сооружений; удобство в управлении и поддержании взаимодействия.

Для проведения СидНР создается группировка сил и средств по ликвидации последствий ЧС, могут применяться все имеющиеся в народном хозяйстве типы и марки строительных и дорожных машин и механизмов, техники коммунального хозяйства района (города).

Опыт показывает, что ликвидация последствий ЧС на объектах народного хозяйства требует больших моральных и финансовых затрат (например, стоимость аварии на Чернобыльской АЭС превысила 14 млрд руб.), поэтому большое значение имеют *прогнозирование ущерба*, планирование вложения средств на мероприятия по предотвращению возможных последствий ЧС.

Рекомендуется следующая методика прогнозирования, изложенная в [44].

Обычно оценивается только прямой ущерб от последствий ЧС Y_n . Однако косвенный ущерб Y_k может превышать величину Y_n в 2—10 раз.

Поэтому целесообразно прогнозировать величину суммарного ущерба Y_c :

$$Y_c = Y_n + Y_k; \quad (4.1)$$

$$Y_n = C_{зд} + C_{т.о} + C_{к-э.с} - C_a,$$

где $C_{зд}$ — стоимость зданий; $C_{т.о}$ — стоимость технологического оборудования; $C_{к-э.с}$ — стоимость коммунально-энергетических сетей; C_a — величина амортизации;

$$Y_k = C_{н.с} + C_{п} + C_{ш} + C_{из.с} + C_{ном} + C_{х.п} + C_{с.ф}, \quad (4.3)$$

где $C_{н.с}$ — стоимость нового строительства; $C_{п}$ — потерянная прибыль от произведенной продукции; $C_{ш}$ — штрафы за недопо-

ставку продукции; $C_{из.с}$ — стоимость незавершенного строительства; $C_{пом}$ — средства на помощь и лечение пострадавших; $C_{х.л}$ — стоимость ликвидации последствий ЧС; $C_{с.ф}$ — выплаты в страховой фонд.

Экономическая эффективность инженерно-технических мероприятий по предотвращению чрезвычайной ситуации

$$\Theta_{н-т.м} = \frac{C_{н-т.м}}{y_c - C_{н-т.м}} 100 \%, \quad (4.4)$$

где $C_{н-т.м}$ — стоимость инженерно-технических мероприятий по предотвращению ЧС.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные составляющие окружающей среды и основные источники ее загрязнения.

2. Что такое ПДВ?

3. Назовите основные способы и средства пылеулавливания.

4. Назовите основные виды средств очистки выбросов от вредных газов.

5. Чем отличается повторное (оборотное) водообеспечение предприятия от прямоточного?

6. Какие методы очистки воды применяются в промышленности?

7. Изложите порядок контроля за состоянием окружающей среды.

8. Изложите порядок платы за выбросы загрязняющих веществ.

9. Дайте определение понятия «чрезвычайные ситуации» и их классификацию.

10. Изложите основные меры и средства защиты населения и территорий в условиях ЧС.

11. Изложите основные меры обеспечения устойчивости работы промышленного предприятия в условиях ЧС.

12. Изложите основы организации проведения СидНР.

13. Изложите порядок прогнозирования затрат на предотвращение и ликвидацию последствий ЧС.

Глава 5

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

5.1. Российское трудовое право

Трудовое право представляет собой совокупность правовых норм, регулирующих общественные отношения, возникающие в процессе применения труда граждан, а также иные взаимосвязанные с ними отношения по поводу применения этого труда. Целями трудового законодательства являются установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей.

Регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений в соответствии с Конституцией Российской Федерации (в редакции Федерального конституционного закона от 30.12.2008 № 7-ФЗ), федеральными конституционными законами осуществляется трудовым законодательством (включая законодательство об охране труда) и иными правовыми актами, содержащими нормы трудового права:

- Трудовым кодексом Российской Федерации (ТК РФ) от 30.12.2001 № 197-ФЗ (в редакции Федерального закона от 25.11.2009 № 267-ФЗ);

- федеральными законами;
- указами Президента Российской Федерации;
- постановлениями Правительства Российской Федерации и нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти;
- конституциями (уставами), законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации;
- актами органов местного самоуправления и локальными нормативными актами, содержащими нормы трудового права.

Нормы трудового права, содержащиеся в иных законах, должны соответствовать ТК РФ. В случае противоречий между ТК РФ и иными федеральными законами, содержащими нормы трудового права, применяется ТК РФ. Особое место в системе трудового права занимают охрана труда и связанные с ней трудовые отношения: трудовой договор, коллективный договор с соглаше-

нием по охране труда, гарантии права на охрану труда, компенсации за неблагоприятные условия труда, регламентация рабочего времени и времени отдыха, особенности труда женщин, молодежи и инвалидов, дисциплина труда, надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и охране труда и др.

5.2. Законодательство об охране труда

Законодательство об охране труда устанавливает правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работниками, работодателями, государственными органами, органами местного самоуправления, общественными организациями, обеспечивает реализацию государственной политики в области охраны труда и направлено на создание условий труда, соответствующих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Приоритетное значение международных норм регламентируется ст. 15 Конституции Российской Федерации, в соответствии с которой общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы. В международном аспекте законодательство об охране труда основывается на Всеобщей декларации прав человека, принятой на 3-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН 10.12.1948; конвенциях Международной организации труда (МОТ); Европейской социальной хартии, пересмотренной 03.05.1996; европейских директивах и стандартах.

Законодательство Российской Федерации об охране труда основывается на Конституции Российской Федерации и состоит из федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. В перечень основных законодательных актов Российской Федерации кроме Конституции Российской Федерации входят:

- ТК РФ;
- Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (в редакции Федерального закона от 28.11.2009 № 295-ФЗ);
- Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в редакции Федерального закона от 30.12.2008 № 309-ФЗ, № 313-ФЗ);
- Федеральный закон от 08.08.2001 № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 374-ФЗ);

- Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (в редакции Федерального закона от 30.12.2008 № 309-ФЗ);

- Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (в редакции Федерального закона от 25.11.2009 № 267-ФЗ);

- Гражданский кодекс Российской Федерации (часть 2) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (в редакции Федерального закона от 17.07.2009 № 145-ФЗ);

- Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (в редакции Федерального закона от 28.12.2009 № 380-ФЗ);

- Уголовный кодекс Российской Федерации (УК РФ) от 13.06.1996 № 63-ФЗ (в редакции Федеральных законов от 29.12.2009 № 377-ФЗ, № 383-ФЗ).

5.3. Нормативные правовые акты охраны труда

Государственными нормативными требованиями охраны труда (далее — требования охраны труда), содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации, устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

Статья 215 ТК РФ устанавливает соответствие производственных объектов и продукции требованиям охраны труда.

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (в редакции Федерального закона от 30.12.2009 № 385-ФЗ) предусматривает разработку технических регламентов в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды.

Порядок разработки, утверждения и изменения подзаконных нормативных правовых актов по охране труда устанавливается Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 23.05.2000 № 399 «О нормативных правовых актах, содержащих

государственные нормативные требования охраны труда» установлено, что в Российской Федерации действует система нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда.

Утвержденный данным Постановлением Перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, выглядит следующим образом:

1) межотраслевые правила по охране труда (ПОТ Р М), межотраслевые типовые инструкции по охране труда (ТИ Р М);

2) отраслевые правила по охране труда (ПОТ Р О), отраслевые типовые инструкции по охране труда (ТИ Р О);

3) правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности (ИБ);

4) государственные стандарты системы стандартов безопасности труда (ГОСТ Р ССБТ);

5) строительные нормы и правила (СНиП), своды правил по проектированию и строительству (СП);

6) государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПиН), санитарные нормы (СН)).

Место локальных нормативных актов в системе трудового законодательства и право работодателя принимать локальные нормативные акты, содержащие нормы трудового права, а также обязанность соблюдать локальные нормативные акты ТК РФ, закреплены в ст. 8 ТК РФ.

Локальный нормативный акт — нормативный акт, содержащий нормы трудового права, направленный на урегулирование трудовых отношений и принятый в пределах своей компетенции и распространения властных полномочий работодателем в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами, коллективным договором, соглашениями.

Локальные нормативные акты организации можно условно подразделить на локальные нормативные акты, принимаемые работодателем единолично (через органы управления организацией); локальные нормативные акты, принимаемые работодателем с учетом мнения представительного органа работников; локальные нормативные акты, принимаемые работодателем по согласованию с представительным органом работников по правилам, зафиксированным в коллективном договоре.

К локальным нормативным актам, которые работодатель принимает единолично (через органы управления организацией), относятся штатное расписание, должностные инструкции, приказы и распоряжения, имеющие нормативное содержание.

К локальным нормативным актам, которые работодатель принимает с учетом мнения представительного органа работников, относятся акты, устанавливающие нормы труда (ст. 162 ТК РФ), графики сменности (ст. 103 ТК РФ), акты (положения) об оплате труда (ст. 135 ТК РФ), правила внутреннего трудового распорядка (ст. 189 ТК РФ); акты, устанавливающие порядок разделения рабочего дня на части (ст. 105 ТК РФ) и проведение работ в выходные и нерабочие праздничные дни (ст. 113 ТК РФ), очередность предоставления ежегодных оплачиваемых отпусков (ст. 123 ТК РФ), систему оплаты и стимулирования труда (ст. 135 ТК РФ) и его нормирование (ст. 160 ТК РФ), учет мнения выборного профсоюзного органа при расторжении трудового договора по инициативе работодателя (ст. 373 ТК РФ) и гарантии работникам, входящим в состав выборных коллегиальных органов (ст. 374 ТК РФ), и др.

Основным назначением локальных нормативных актов по охране труда является конкретизация законодательных и подзаконных актов по охране труда с учетом особенностей и условий труда в организации. К локальным нормативным актам по *охране труда* относятся разрабатываемые работодателем на основе следующих положений и перечней, межотраслевых и отраслевых документов, стандартов:

- Положение о системе управления охраной труда;
- Положение о службе охраны труда;
- Положение о порядке обучения и проверке знаний по охране труда работников;
- Положение о проведении обязательных предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров работников;
- Положение о комитете (комиссии) по охране труда;
- Положение о порядке финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда и т. п.

К различного рода перечням можно отнести:

- Перечень видов работ повышенной опасности, проводимых по наряду-допуску;
- Перечень тяжелых работ и работ с вредными и (или) опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин (то же для лиц моложе 18 лет) и др.

Особое место среди локальных нормативных актов занимают документы, призванные обеспечить безопасность и условия труда на каждом рабочем месте. К ним относятся *инструкции по охране труда для работников, инструкции на виды выполняемых работ, стандарты предприятия и др.* Данные документы составляются на основе межотраслевых и отраслевых правил, типовых инструкций по охране труда, инструкций по технической эксплуатации производственного оборудования и т. п.

Основные направления работы по созданию безопасных производственных условий для работающих охватывает *система стандартов безопасности труда* (ССБТ), разрабатываемая с 1972 г. и состоящая из государственных, отраслевых, республиканских стандартов и стандартов предприятия.

В ССБТ входят стандарты классификационных групп от 0 до 9:

0 — организационно-методические стандарты основ построения системы (структура ССБТ, терминология, классификация опасных и вредных производственных факторов, требования безопасности к конструкторской и технологической документации, порядок внедрения и контроля за соблюдением стандартов ССБТ);

1 — государственные стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов (характеристики фактора): вид, оказываемое действие, возможные последствия; предельно допустимые уровни, предельно допустимые концентрации опасного и вредного производственного фактора и методы их контроля, а также методы и средства защиты работающих от действия фактора;

2 — стандарты требований безопасности к производственному оборудованию (требования безопасности к конструкции оборудования и его отдельным элементам — рабочим органам, органам управления, средствам контроля, сигнализации, защитным устройствам и т.п.; эргономические нормы и требования; методы контроля за выполнением требований безопасности);

3 — стандарты требований безопасности к производственным процессам (требования безопасности к технологическим процессам, размещению производственного оборудования и рабочих мест, к исходным материалам, хранению и транспортировке их и готовой продукции, отходов производства, требования к профессиональному отбору, проверке знаний работающих, применению средств защиты работающих; методы контроля выполнения требований безопасности);

4 — стандарты требований безопасности к средствам защиты работающих (требования к конструктивным, эксплуатационным, защитным и гигиеническим свойствам средств защиты, методам их испытания и оценки);

5—9 — резерв.

На основе государственных стандартов разрабатываются при необходимости отраслевые стандарты охраны труда (ОСТ), республиканские (РСТ) и стандарты предприятий (СТП).

Их требования не должны быть ниже требований государственных стандартов.

Инструкция по охране труда — нормативный документ, в котором определяются требования безопасности при выполнении работающими должностных обязанностей или порученной работы.

Инструкции бывают типовыми и для конкретных предприятий, их разрабатывают для *определенных профессий* и на *отдельные виды работ*.

Инструкции по охране труда на предприятии (в организации) также могут разрабатываться как для работников отдельных профессий (токаря, слесаря и т.п.), так и на отдельные виды работ (ремонтные работы, проведение испытаний и др.).

Инструкции для конкретных предприятий разрабатываются на основе типовых инструкций, требований безопасности, изложенных в технической документации заводов — изготовителей оборудования и в технологической документации предприятия с учетом конкретных условий производства.

Требования инструкций являются обязательными для работников, а невыполнение этих требований рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Инструкции для работников разрабатываются руководителями цехов (участков при бесцеховой структуре предприятия), отделов, лабораторий и других соответствующих им подразделений предприятия под контролем службы охраны труда предприятия. Инструкция утверждается руководителем предприятия (главным инженером) после согласования с соответствующим выборным профсоюзным органом и службой охраны труда. Каждой инструкции должны быть присвоены наименование и номер, например «Типовая инструкция № 15 по охране труда для фрезеровщика», «Инструкция № 6 по охране труда при выполнении работ на высоте».

Типовая инструкция и инструкция для работников должны содержать:

- общие требования безопасности;
- требования безопасности перед началом работы;
- требования безопасности во время работы;
- требования безопасности в аварийных ситуациях;
- требования безопасности по окончании работы.

Подробный перечень вопросов, которые должны быть отражены в каждом разделе инструкции, изложен в Методических рекомендациях по разработке инструкций по охране труда от 13.05.2004.

Ответственность за своевременную проверку и пересмотр инструкций (не реже 1 раза в 5 лет, а для работ, связанных с повышенной опасностью, — не реже 1 раза в 3 года) несут руководители организаций и подразделений-разработчиков. Они обеспечивают инструкциями всех работников и руководителей подразделений (служб) предприятия.

У руководителя подразделений (службы) предприятия должен постоянно храниться комплект действующих в подразделении

(службе) инструкций для работников всех профессий и по всем видам работ данного подразделений (службы), а также перечень этих инструкций, утвержденных руководителем предприятия.

У каждого руководителя участка (мастера, прораба и т. д.) также должен быть в наличии комплект действующих инструкций для работников, занятых на данном участке, по всем профессиям и видам работ.

В Приложении к данному изданию приведены типовые инструкции по охране труда для работников, связанных с обслуживанием электроустановок.

5.4. Структура, принципы, методы и средства охраны труда

Предмет «Охрана труда» представляет собой систему сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Отличительной особенностью производства является вероятность воздействия на человека техногенных опасностей. Согласно ГОСТ 12.0.002—80* опасности подразделяются на опасные и вредные факторы.

Совокупность факторов, воздействующих на человека в процессе труда, формируют *условия труда*.

Условия труда подразделяют на *благоприятные* и *неблагоприятные*. Граница между ними условна и подвижна. Эта граница определяется с помощью количественных показателей, устанавливаемых официальными документами (стандартами, нормами, правилами).

Охрана труда решает конкретный круг проблем, относящихся к условиям труда: условия труда не должны причинять вред здоровью человека, оцениваемый современными методами. В охране труда выделяются четыре раздела, характеризующиеся спецификой изучаемых вопросов.

Организационно-правовые основы охраны труда рассматривают законодательные и нормативные положения и вопросы организации работы по обеспечению безопасности.

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

Техника безопасности — система мероприятий, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Пожарная профилактика — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение

вероятности возникновения пожара, воздействий на людей ОФП и на ограничение материального ущерба от него.

Современная охрана труда располагает своими специфическими принципами, методами и средствами, определяемыми общими целями и задачами БЖД. Наиболее типичными для охраны труда являются *принципы* нормирования, слабого звена, информации, классификации (категорирования).

Принцип нормирования заключается в установлении таких параметров, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности, например ПДВ, ПДК, ПДУ, нормы переноски и подъема тяжестей и др.

Принцип слабого звена состоит в том, что в рассматриваемую систему (объект) в целях обеспечения безопасности вводится элемент, который настроен так, что воспринимает или реагирует на изменение соответствующего параметра, предотвращая опасное явление: предохранительные клапаны, разрывные мембраны, защитное заземление, предохранители и др. (см. гл. 2).

Принцип информации заключается в передаче и усвоении персоналом сведений, выполнение которых обеспечивает соответствующий уровень безопасности: обучение, инструктаж, цвета и знаки безопасности, предупредительные надписи и др.

Принцип классификации (категорирования) состоит в том, что объекты подразделяются на классы и категории по признакам, связанным с опасностью: санитарно-защитные зоны (пять классов), категории производств (помещений) по взрывопожарной опасности (А, Б, В1 — В4, Г, Д) и др. (см. гл. 2).

Обеспечение безопасности в гомосфере (рабочей зоне) достигается тремя основными *методами*.

Метод А состоит в пространственном и (или) временном разделении гомосферы и ноосферы (опасного пространства): дистанционное управление, автоматизация, роботизация и т.д.

Метод Б состоит в нормализации ноосферы путем исключения опасностей; это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, травм (СКЗ).

Метод В включает в себя широкий спектр приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и на повышение его защищенности: профессиональный отбор, обучение, психологическое воздействие, СКЗ.

В реальных условиях реализуется комбинация этих методов.

В свою очередь, СКЗ и СИЗ подразделяются на группы в зависимости от характера опасностей, конструктивного исполнения, области применения и т.д., причем СКЗ группируются по видам опасностей, от которых защищают производственный персонал, а СИЗ группируются по видам органов тела человека, которые защищают.

5.5. Охрана труда: управление, надзор и контроль

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;

- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации по охране труда, а также федеральных целевых, отраслевых целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;

- государственное управление охраной труда;

- государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;

- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;

- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;

- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда и др.

Для реализации государственной политики в области охраны труда в настоящее время в нашей стране складывается новая система государственного надзора и контроля. При этом сохраняется прежний принцип — осуществление надзора и контроля специально уполномоченными органами, инспекциями и комиссиями, не зависящими в своей деятельности от администрации предприятий.

Система управления охраной труда кроме высших органов государственной власти и прокурорского надзора включает в себя государственный надзор и контроль, ведомственный контроль, общественный контроль за соблюдением законодательства об охране труда.

Управление охраной труда, организацию надзора и контроля за охраной труда в настоящее время возглавляет по поручению Правительства Российской Федерации Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации, в котором для руководства организацией охраны труда создана Федеральная служба по труду и занятости.

Государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, включая нормы и требования охраны труда, во всех организациях на территории Российской Федерации осуществляют органы Федеральной инспекции труда.

Государственный надзор за соблюдением правил по безопасному ведению работ в отдельных отраслях и на некоторых объектах промышленности наряду с органами Федеральной инспекции труда осуществляют специально уполномоченные органы — федеральные надзоры (Ростехнадзор, государственный пожарный надзор, государственный санитарно-эпидемиологический надзор, государственные органы природного надзора).

Государственный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляют органы Государственной экспертизы труда.

Внутриведомственный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, в подведомственных организациях осуществляют федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления.

Государственный надзор за точным и единообразным исполнением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляют Генеральный прокурор Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законодательством.

Основными задачами органов Федеральной инспекции труда являются:

- обеспечение соблюдения работодателями трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- обеспечение работодателей и работников информацией о наиболее эффективных средствах и методах соблюдения положений трудового законодательства и иных трудовых нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- доведение до сведения соответствующих органов государственной власти фактов нарушений, действий (бездействия) или злоупотреблений, которые не подпадают под действие законов и иных нормативных правовых актов.

Общественный контроль за охраной труда на предприятии осуществляют комитеты (комиссии) и уполномоченные по охране труда.

Комитет (комиссия) создается на предприятиях на паритетной основе из представителей работодателя и представителей выбор-

ного профсоюзного органа и иных уполномоченных работника-ми представительных органов и осуществляет свою деятельность в целях организации сотрудничества и регулирования отношений работодателей и работников и (или) их представителей в области охраны труда на предприятии. Инициатором создания комитета может выступать любая из сторон.

5.6. Обязанности и ответственность работодателей и работников в области охраны труда

Каждый работник имеет *право* на охрану его труда. Это право — одно из основных прав гражданина — закреплено законодательством Российской Федерации и включает в себя право:

- на заключение, изменение и расторжение трудового договора в порядке и на условиях, которые установлены ТК РФ, иными федеральными законами;

- предоставление ему работы, обусловленной трудовым договором;

- рабочее место, соответствующее условиям, предусмотренным государственными стандартами организации и безопасности труда и коллективным договором;

- своевременную и в полном объеме выплату заработной платы в соответствии со своей классификацией, сложностью труда, количеством и качеством выполненной работы;

- отдых, обеспечиваемый установлением нормальной продолжительности рабочего времени, сокращенного рабочего времени для отдельных профессий и категорий работников, предоставлением еженедельных выходных дней, нерабочих праздничных дней, оплачиваемых ежегодных отпусков;

- полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте в порядке, установленном ТК РФ и иными федеральными законами;

- объединение, включая право на создание профессиональных союзов и вступление в них для защиты своих трудовых прав, свобод и законных интересов;

- участие в управлении организацией в предусмотренных ТК РФ, иными федеральными законами и коллективным договором формах;

- ведение коллективных переговоров и заключение коллективных договоров и соглашений через своих представителей, а также на информацию о выполнении коллективного договора, соглашений;

- защиту своих трудовых прав, свобод и законных интересов всеми не запрещенными законом способами;

разрешение индивидуальных и коллективных трудовых споров, включая право на забастовку, в порядке, установленном ТК РФ и иными федеральными законами;

возмещение вреда, причиненного работнику в связи с исполнением им трудовых обязанностей, и компенсацию морального вреда в порядке, установленном ТК РФ и иными федеральными законами;

обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных федеральными законами.

Обязанности работодателя по обеспечению охраны труда на предприятии любой формы собственности предусмотрены федеральным законодательством. Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

- применение сертифицированных средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;

- режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;

- приобретение и выдачу за счет собственных средств сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, проведение инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знаний требований охраны труда;

- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;

- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда;

- в случаях, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступ-

лении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований) работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров (обследований);

- недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;

- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и СИЗ;

- предоставление федеральным органам исполнительной власти, органам государственного надзора и контроля, органам профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства информации и документов, необходимых для осуществления ими своих полномочий;

- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;

- расследование и учет в установленном порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку работников, заболевших на рабочем месте, в медицинскую организацию в случае необходимости оказания им неотложной медицинской помощи;

- беспрепятственный допуск должностных лиц органов государственного управления охраной труда, органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, органов Фонда социального страхования Российской Федерации, а также представителей органов общественного контроля в целях проведения проверок условий и охраны труда в организации и расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- выполнение предписаний должностных лиц органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и рассмотрение представлений органов общественного контроля в установленные сроки;

- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда;
- разработку и утверждение с учетом мнения выборного профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками органа правил и инструкций по охране труда для работников;
- наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой своей деятельности.

Должностные лица администрации, работодатели несут дисциплинарную, административную, материальную, а в предусмотренных законодательством случаях уголовную *ответственность* за нарушение требований охраны труда.

Тот или иной вид ответственности несет лицо, непосредственно виновное в нарушении.

Лица, виновные в нарушении трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, привлекаются к дисциплинарной ответственности в порядке, установленном ТК РФ и иными федеральными законами, а также к гражданско-правовой, административной и уголовной ответственности в порядке, установленном федеральными законами.

Привлечение к *дисциплинарной* ответственности руководителя организации, его заместителей производится по требованию представительного органа работников. Работодатель обязан рассмотреть заявление представительного органа работников о нарушении руководителем организации, его заместителями законов и иных нормативных правовых актов о труде, условий коллективного договора, соглашения и сообщить о результатах рассмотрения представительному органу работников. В случае, если факты нарушений подтвердились, работодатель обязан применять к руководителю организации, его заместителям дисциплинарное взыскание вплоть до увольнения.

За допущенные нарушения трудовых прав работника работодатель обязан привлечь руководителя организации, его заместителя, руководителя структурного подразделения к дисциплинарной ответственности в порядке, установленном ст. 195 ТК РФ.

Работодатель несет *административную* ответственность в соответствии с нормами Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях за нарушение законодательства об охране труда, за невыполнение или нарушение коллективного договора, нарушение санитарно-гигиенических правил и норм, правонарушения в области охраны природной среды, нарушение правил пожарной безопасности, обеспечение выполнения которых входит в его служебные обязанности.

Работодатель несет *материальную* (имущественную) ответственность в полном размере вреда за трудовое увечье, профессиональное заболевание работника или иное повреждение здоровья, предусмотренную частями 1 и 2 Гражданского кодекса Российской Федерации: ст. 151, 1099, 1100, 1101 (компенсация морального вреда за физические или нравственные страдания), ст. 401 (основание ответственности за нарушение обязательств), ст. 459¹, 463, 465, 466, 467, 469, 470, 471 (порядок возмещения вреда), ст. 634, 635, 640, 644, 648, 800 (обязанности и ответственность работодателя по содержанию и использованию транспортных средств), ст. 751 (обязанности подрядчика по охране окружающей среды и обеспечению безопасности строительных работ), ст. 761 (ответственность подрядчиков за ненадлежащее выполнение проектных и изыскательских работ), ст. 1064, 1065, 1067, 1068, 1079, 1080, 1084, ..., 1094 (возмещение вреда, причиненного жизни или здоровью гражданина).

Моральный вред, причиненный работнику неправомерными действиями или бездействием работодателя, возмещается работнику в денежной форме в размерах, определяемых соглашением сторон трудового договора. В случае возникновения спора факт причинения работнику морального вреда и размеры его возмещения устанавливаются судом.

Уголовная ответственность работодателя и лиц административно-технического персонала за деяния (действие или бездействие), содержащие все признаки преступления, предусмотренные УК РФ, регламентируется ст. 44, 143, 216, 217, 218 УК РФ.

Согласно ст. 44 УК РФ видами уголовных наказаний являются:

- штраф;
- обязательные работы;
- исправительные работы;
- конфискация имущества;
- ограничение свободы;
- лишение свободы на определенный срок;
- лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью (лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью устанавливается на срок от 6 мес до 3 лет в качестве дополнительного вида наказания).

Нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда, совершенное лицом, на котором лежали обязанности по соблюдению этих правил, если это повлекло по неосторожности причинение вреда здоровью человека (ст. 143 УК РФ в ред. Федерального закона от 08.12.2003 № 162-ФЗ), наказывается штрафом в размере до 200 тыс. руб. или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 18 мес, либо исправитель-

ными работами на срок до 2 лет, либо лишением свободы на срок до 1 года. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается лишением свободы на срок до 3 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового.

Нарушение правил безопасности при ведении горных, строительных или иных работ, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека либо крупного ущерба (ст. 216 УК РФ), наказывается штрафом в размере до 80 тыс. руб. или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 6 мес, либо ограничением свободы на срок до 3 лет, либо лишением свободы на срок до 3 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается ограничением свободы на срок до 5 лет либо лишением свободы на срок до 5 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового.

Деяние, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, наказывается лишением свободы на срок до 7 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового.

В свою очередь, *работник предприятия обязан* (ст. 214 ТК РФ):

- соблюдать требования охраны труда;
- правильно применять СКЗ и СИЗ, проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим, обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любом несчастном случае, происшедшем на производстве, о признаках профессионального заболевания, а также о ситуации, которая создает угрозу жизни людей.

Возмещение вреда, причиненного работнику трудовым увечьем или потерей здоровья, в настоящее время регламентируется и осуществляется региональными фондами социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

5.7. Организация работы по охране труда на предприятии

На работодателя и административно-технический персонал предприятия ТК РФ и другие законодательные акты по органи-

зации и охране труда возлагают обязанности по обеспечению надлежащего технического оборудования всех рабочих мест и созданию на них условий, соответствующих правилам охраны труда, санитарным правилам и нормам, разрабатываемым и утверждаемым в порядке, установленном законодательством. Для проведения практической работы по *организации охраны труда*, которую обычно возглавляет главный инженер предприятия, на предприятии с численностью более 50 человек в соответствии с положениями ст. 217 ТК РФ создается служба охраны труда.

На предприятиях с численностью 50 работников и менее работодатель принимает решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда с учетом специфики своей производственной деятельности. Работник также может возложить обязанности инженера по охране труда на специалиста (с его согласия и после соответствующей подготовки), который наряду с основной работой будет уделять часть рабочего времени выполнению должностных обязанностей по охране труда, или пригласить на договорной основе специалиста соответствующей квалификации из аккредитованной организации.

Служба охраны труда повседневно решает большой круг вопросов от разработки перспективных и текущих планов по улучшению и оздоровлению условий труда, закрепления их в коллективных договорах и обеспечения их выполнения до ведения документации и составления отчетности. Она осуществляет свою деятельность во взаимодействии с другими службами предприятия, комитетом (комиссией) по охране труда, уполномоченными (доверенными) лицами по охране труда профсоюзов или трудового коллектива, а также с органами государственного управления охраной труда.

Разработаны следующие нормативные акты:

- Рекомендации по организации работы службы охраны труда в организации (утверждены 08.02.2000);
- Межотраслевые нормативы численности работников службы охраны труда в организациях (утверждены 22.01.2001);
- Должностная инструкция инженера по охране труда;
- Рекомендации по организации работы уполномоченного (доверенного) лица по охране труда профессионального союза или трудового коллектива (утверждены 08.04.1994);
- Типовое положение о комитете (комиссии) по охране труда (утверждены 29.05.2006).

Эти нормативные акты в полной степени регламентируют организацию работы по охране труда на предприятии любой формы собственности и любого количественного состава.

Основными *задачами* службы охраны труда являются:

- организация и координация работы по охране труда на предприятии;
- контроль за соблюдением законодательных и иных нормативно-правовых актов по охране труда работниками предприятия;
- совершенствование профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний и улучшению условий труда;
- консультирование работодателя и работников по вопросам охраны труда.

Для обеспечения эффективной деятельности службы охраны труда на предприятии создается и оборудуется *кабинет (уголок) по охране труда*. Руководящим нормативным актом при создании кабинета служат Рекомендации по организации работы кабинета охраны труда и уголка охраны труда (утверждены 17.01.2001).

Обязанности администрации предприятия по организации и охране труда реализуются в виде определенных функций. В [1] подробно изложены должностные функции по обеспечению охраны труда руководителя организации, главного инженера, заместителей руководителя, главного механика, главного энергетика, главного технолога, главного конструктора, начальников подразделений и, наконец, мастеров, производителей работ (прорабов) и других руководителей отдельных производственных участков.

Должностные лица в случае возложения на них работодателями соответствующих обязанностей по обеспечению охраны труда несут ответственность в установленном законодательством порядке за невыполнение своих функциональных обязанностей по охране труда, препятствие деятельности представителей органов государственного надзора и контроля, общественного контроля.

За несчастные случаи во время производства работ несут ответственность те лица, которые своими распоряжениями, действиями или бездействием не выполнили должностные обязанности по охране труда или не приняли должных мер для предотвращения несчастного случая.

Особого внимания в настоящее время требуют вопросы организации работ по охране труда на *малом предприятии*. К малым предприятиям относятся организации, в которых численность работников составляет до 100 человек включительно (Федеральный закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» (в редакции Федерального закона от 27.12.2009 № 365-ФЗ). Решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем малого предприятия с учетом специфики деятельности данного предприятия. При от-

существовании в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель, как уже отмечалось ранее, заключает договор со специалистами или организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

На малом предприятии на работодателя возложены следующие обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда:

- ознакомление со своими обязанностями и личной ответственностью в соответствии с законодательством об охране труда;
- определение организационной формы работы по охране труда (создание службы охраны труда, назначение специалиста по охране труда, оформление договорных отношений со сторонними специалистами или организациями, оказывающими услуги в области охраны труда);
- прохождение обучения самими работодателями (руководителями) и направление на учебу специалистов и работников, связанных с вопросами охраны труда, в специализированные учебные центры охраны труда.

Распорядительными документами должны быть назначены ответственные должностные лица за обеспечение охраны труда, электрохозяйство, безопасную эксплуатацию подконтрольных органам Ростехнадзора объектов, пожарную безопасность, а также другие ответственные лица в соответствии с направлениями деятельности малого предприятия.

5.8. Порядок обучения работников предприятия по охране труда

Порядок и виды обучения и проверки знаний по охране труда рабочих, служащих, руководителей и специалистов народного хозяйства, распространяемые на предприятия всех форм собственности, установлены ГОСТ 12.0.004—90, Порядком обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организации (утвержден 13.01.2003).

Согласно ГОСТ 12.0.004—90 и ст. 225 ТК РФ обучение и инструктаж по безопасности труда должны носить непрерывный многоуровневый характер и проводиться для всех категорий работников, в том числе для руководителей организаций, работодателей, работодателей — индивидуальных предпринимателей, лиц, занимающихся индивидуальным трудом и входящих в состав коллективных бригад, а также совмещающих профессии.

Ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверки знаний возлагается на руководителя предприятия, в подразделениях — на руководителя подразделения.

Основная форма обучения работников по охране труда — проведение инструктажей по безопасности труда (вводного, первичного на рабочем месте, повторного, внепланового, целевого). На каждого вновь поступающего на предприятие работника заводятся личная карточка, в которой заносятся записи о проведенных инструктажах по безопасности труда и о выдаче допусков к той или иной работе.

В разд. 5 ГОСТ 12.0.004—90 изложены основы обучения и проверки знаний руководителей и специалистов народного хозяйства. В частности, предусматривается проведение вводного инструктажа для вновь поступающих на предприятие руководителей и специалистов, их ознакомление вышестоящим должностным лицом с состоянием условий труда и производственной обстановкой на вверенном ему объекте, участке, с состоянием средств защиты рабочих от воздействия вредных производственных факторов, с производственным травматизмом и профессиональной заболеваемостью, с необходимыми мероприятиями по улучшению условий и охране труда, а также с руководящими материалами и должностными обязанностями. Не позднее 1 мес со дня вступления в должность руководители и специалисты должны пройти проверку знаний, а результаты проверки оформляются протоколом.

В том же разделе ГОСТа регламентирован порядок периодической проверки знаний руководителей и специалистов (не реже 1 раза в 3 года).

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда. Остальные виды инструктажа осуществляет непосредственный руководитель работ. Вводный инструктаж проводится для лиц, поступающих на предприятие, по соответствующей программе, утвержденной руководителем предприятия и согласованной с комитетом профсоюза.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится с каждым работником индивидуально, сопровождаясь показом безопасных приемов работы, по инструкции по охране труда для отдельных профессий или видов работ. После первичного инструктажа и проверки знаний в течение первых двух — пяти смен работник выполняет работу под наблюдением мастера или бригадира, после чего оформляется допуск к самостоятельной работе. Повторный инструктаж осуществляется не позже чем через 6 мес.

Внеплановый инструктаж проводится при изменении правил по охране труда, технологического процесса, выявленных нарушениях работниками требований безопасности.

Целевой инструктаж проводят перед выполнением работ, на которые требуется оформление наряда-допуска: работы с повышенной опасностью типа ремонта электросетей, резервуаров, работы на большой высоте и т. п.

Проверку знаний, полученных при инструктаже, осуществляет специалист, проводивший инструктаж. Все виды инструктажа оформляются в специальных журналах по установленной ГОСТ 12.0.004—90 форме с обязательной подписью инструктирующего и инструктируемого.

В Методических рекомендациях по разработке государственных нормативных требований охраны труда (утверждены 17.12.2002, определено, что проверку и пересмотр инструкций по охране труда организует работодатель. Пересмотр инструкций должен производиться не реже 1 раза в 5 лет.

Инструкция по охране труда для работников досрочно пересматривается при изменении межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда; при изменении условий труда работников; при внедрении новой техники и технологий; по результатам анализа материалов расследования аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; по требованию представителей органов по труду субъектов Российской Федерации или федеральных органов надзора России.

Как уже отмечалось (см. подразд. 5.7), для пропаганды и обучения по охране труда на предприятии создается кабинет охраны труда. Решение об организации кабинета охраны труда или уголка в соответствии с Рекомендациями по организации работы кабинета охраны труда и уголка охраны труда принимается руководителем организации (его представителем).

В организациях, производственная деятельность которых связана с перемещением работников по объектам и нахождением на временных участках работы, целесообразно оборудовать передвижные кабинеты охраны труда и уголки охраны труда.

5.9. Порядок расследования, оформления, учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, произошедшие с работниками и другими лицами, участвующими в производственной деятельности работодателя при выполнении ими своих трудовых обязанностей или выполнении какой-либо работы по поручению работодателя (его представителя), а также при осуществлении правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах. Порядок рассмотрения, учета и анализа несчастных случаев и подробный перечень возможных несчастных случаев изложены в Положении об особенностях расследования несчастных слу-

чаев на производстве в отдельных отраслях и организациях (утверждено в октябре 2002 г.), Формах документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве (утверждены в октябре 2002 г.), ст. 227 ТК РФ. Причины несчастных случаев на производстве подразделяются:

на технические (конструктивные недостатки оборудования; отсутствие, конструктивные недостатки или неисправности ограждающих, предупредительных устройств защиты от травм; неисправности оборудования, зданий, сооружений, их элементов, дорог и подъездных путей);

организационно-технические (несовершенство и нарушение технологических процессов и нарушение технических правил эксплуатации технологического оборудования);

организационные (неудовлетворительная организация, отсутствие надзора за производством работ; неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест; недостатки в обучении безопасным приемам работы, допуск к работе необученных или непроинструктированных работников; неприменение СИЗ из-за их отсутствия или несоответствия условиям труда; нарушение трудовой и производственной дисциплины; эксплуатация неисправного оборудования; нарушение правил движения внутрицехового или внутризаводского транспорта).

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи на производстве, происшедшие с работниками и другими лицами, в том числе подлежащими обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. К таким лицам относятся:

- работники, выполняющие работу по трудовому договору;
- работники и другие лица, проходящие профессиональное обучение или переобучение;
- студенты и учащиеся образовательных учреждений всех типов, проходящие производственную практику;
- лица, страдающие психическими расстройствами, участвующие в производительном труде на лечебно-производственных предприятиях;
- лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду;
- лица, привлекаемые в установленном порядке к выполнению общественно-полезных работ;
- другие лица, участвующие в производственной деятельности организации или индивидуального предпринимателя.

Расследуются и подлежат учету как несчастные случаи на производстве события, в результате которых пострадавшим были получены телесные повреждения (травмы), в том числе нанесенные другим лицом; тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы на-

секоемых и пресмыкающихся, телесные повреждения, нанесенные животными; повреждения, полученные в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других ЧС; иные повреждения здоровья, обусловленные воздействием внешних факторов, повлекшие за собой необходимость перевода пострадавших на другую работу, временную или стойкую утрату ими трудоспособности либо смерть пострадавших, если они произошли:

- в течение рабочего времени на территории работодателя либо в ином месте выполнения работы, в том числе во время установленных перерывов, а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды, выполнения других предусмотренных правилами внутреннего трудового распорядка действий перед началом и после окончания работы или при выполнении работы за пределами установленной для работника продолжительности рабочего времени, в выходные и нерабочие дни;

- при следовании к месту работы или с работы на транспортном средстве, предоставленном работодателем (его представителем), либо на личном транспортном средстве в случае использования личного транспортного средства в производственных (служебных) целях по распоряжению работодателя (его представителя) или по соглашению сторон трудового договора;

- при следовании к месту служебной командировки и обратно, во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по распоряжению работодателя (его представителя) к месту выполнения работы (поручения) и обратно, в том числе пешком;

- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель-сменщик на транспортном средстве, проводник или механик рефрижераторной секции в поезде и др.);

- при работе вахтовым методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;

- при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах, в том числе действий, направленных на предотвращение катастрофы, аварии или несчастного случая.

Несчастный случай на производстве является страховым случаем, если он произошел с работником, подлежащим обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

При несчастном случае на производстве работодатель (его представитель) обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

- сохранять до начала расследования несчастного случая на производстве обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных ситуаций, а в случае невозможности ее сохранения фиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести фотографирование или видеосъемку и другие мероприятия);

- обеспечить надлежащее и своевременное расследование несчастного случая на производстве и оформление материалов расследования;

- немедленно проинформировать о несчастном случае на производстве органы и организации, осуществляющие надзор и контроль за охраной труда, а о тяжелом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом — также родственников пострадавшего.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно образует комиссию в составе не менее трех человек. В состав комиссии включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом (распоряжением) работодателя, представители работодателя, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками представительного органа, уполномоченный по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель (его представитель). Состав комиссии утверждается приказом (распоряжением) работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

Каждый работник или уполномоченный им представитель имеет право на личное участие в расследовании несчастного случая на производстве, происшедшего с работником.

Для расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом в состав комиссии также включаются государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения организаций профессиональных союзов, а при расследовании несчастного случая с застрахованным — представители страховщика (ме-

стного Фонда социального страхования от несчастных случаев и профессиональных заболеваний). Работодатель образует комиссию и утверждает ее состав во главе с государственным инспектором по охране труда или иным должностным лицом.

Расследование обстоятельств и причин несчастного случая на производстве, который не относится к категории тяжелых несчастных случаев или несчастных случаев со смертельным исходом, проводится комиссией в течение 3 дней. Расследование группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве и несчастного случая на производстве со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Несчастный случай на производстве, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность у пострадавшего наступила не сразу, расследуется комиссией по заявлению пострадавшего или его доверенного лица в течение 1 мес со дня поступления указанного заявления.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, получения соответствующих медицинских и иных заключений указанные сроки могут быть продлены председателем комиссии, но не более чем на 15 дней.

По каждому несчастному случаю на производстве, вызвавшему необходимость перевода работника в соответствии с медицинским заключением на другую работу, потерю работником трудоспособности на срок не менее 1 дня либо повлекшему его смерть, оформляется акт о несчастном случае в двух экземплярах.

При групповом несчастном случае на производстве акт составляется на каждого пострадавшего отдельно.

При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта о несчастном случае на производстве.

Работодатель (уполномоченный им представитель) в трехдневный срок после утверждения акта о несчастном случае на производстве обязан выдать один экземпляр указанного акта пострадавшему, а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом — родственникам либо доверенному лицу погибшего (по их требованию). Второй экземпляр акта о несчастном случае вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет по месту работы пострадавшего на момент несчастного случая на производстве. При страховых случаях третий экземпляр акта о несчастном случае и материалы расследования работодатель направляет в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации в качестве страхователя).

В Положении об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях согласно ст. 229 ТК РФ и Постановлению Правительства Россий-

ской Федерации от 31.08.2002 № 653 обязательное участие представителей исполнительного органа Фонда социального страхования в работе комиссии по расследованию несчастного случая не предусмотрено. Однако в ст. 16 Положения указано, что к расследованию тяжелых несчастных случаев и несчастных случаев со смертельным исходом при необходимости могут привлекаться представители соответствующего исполнительного органа Фонда социального страхования Российской Федерации.

В случае несогласия с выводами комиссии о связи несчастного случая с производством представитель регионального Фонда социального страхования должен подписать акт расследования несчастного случая на производстве с припиской «Особое мнение» и приложить свое заключение к данному акту.

Если представитель Фонда социального страхования не принимал участие в расследовании несчастного случая, то после получения материалов расследования региональным отделением Фонда принимается решение о признании случая страховым или о назначении экспертизы в соответствии со ст. 11 Федерального закона от 16.07.1995 № 165-ФЗ «Об особенностях обязательного социального страхования» (в редакции Федерального закона от 24.07.2009 № 213-ФЗ).

Разногласия по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве, непризнание работодателем (его представителем) несчастного случая, отказ в проведении расследования несчастного случая и составлении соответствующего акта, несогласие пострадавшего или его доверенного лица, а при несчастном случае со смертельным исходом — лица, состоящего на иждивении погибшего, либо лица, состоящего с ним в близком родстве или свойстве (законного представителя или иного доверенного лица), с содержанием этого акта рассматриваются федеральными органами надзора и контроля или судом. В этих случаях подача жалобы не является основанием для неисполнения работодателем (его представителем) решений государственного инспектора труда.

Порядок расследования и учета профессиональных заболеваний регламентируется Положением о расследовании и учете профессиональных заболеваний (утверждено 15.12.2000). Расследованию и учету в соответствии с Положением подлежат острые и хронические профессиональные заболевания (отравления), возникновение которых у работников и других лиц обусловлено воздействием вредных производственных факторов при выполнении ими трудовых обязанностей или производственной деятельности по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

Акт о случае профессионального заболевания составляется в трехдневный срок по истечении срока расследования в пяти эк-

землярах, предназначенных для работника, работодателя, Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, Центра профессиональной патологии (учреждения здравоохранения) и страховщика. Акт подписывается членами комиссии, утверждается главным врачом Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора и заверяется печатью центра.

В акте о случае профессионального заболевания подробно излагаются обстоятельства и причины профессионального заболевания, а также указываются лица, допустившие нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил, иных нормативных актов.

Акт о случае профессионального заболевания вместе с материалами расследования хранится в течение 75 лет в Центре государственного санитарно-эпидемиологического надзора и в организации, где проводилось расследование этого случая профессионального заболевания. В случае ликвидации организации акт передается для хранения в Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Разногласия по вопросам установления диагноза профессионального заболевания и его расследования рассматриваются органами и учреждениями Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации, Центром профессиональной патологии, органами Федеральной инспекции труда, страховщиком или судом.

В целях разработки рациональных мероприятий по предупреждению несчастных случаев используются следующие традиционные методы их анализа (исследования): статистический, монографический и экономический.

Статистический метод основан на анализе статистических данных об уже происшедших несчастных случаях, содержащихся в актах по форме Н-1 или отчетах предприятий, и позволяет анализировать несчастные случаи по причинам, тяжести, полу, возрасту, составу, профессии, уровню обучения пострадавших, видам оборудования, производствам и другим показателям. При проведении анализа статистическим методом применяются количественные показатели травматизма: коэффициент частоты $K_{\text{ч}}$, тяжести $K_{\text{т}}$, безопасности $K_{\text{б}}$, позволяющие оценивать динамику травматизма и состояние работы по его предупреждению.

Коэффициент частоты травматизма¹

$$K_{\text{ч}} = \frac{A}{B} \cdot 1\,000;$$

¹ В отрасли машиностроения $K_{\text{ч}} = 12,9$ [3].

коэффициент тяжести травматизма

$$K_T = \frac{D}{A};$$

коэффициент безопасности

$$K_6 = K_q K_T = \frac{D}{B} 1000,$$

где A — число несчастных случаев за отчетный период; B — статистическое число работников; D — число дней нетрудоспособности за отчетный период.

К разновидностям статистического метода относятся групповой и топографический методы. *Групповой метод* заключается в группировании несчастных случаев по полу, возрасту и другим признакам. *Топографический метод* заключается в том, что места, где произошли несчастные случаи, отмечаются условными знаками на плане цеха, участка, отдельных технологических линий или единиц оборудования, а количество знаков характеризует травмоопасность отдельных мест.

Монографический метод используется при анализе опасностей на действующих и проектируемых отдельных видах оборудования, а также при детальном изучении всех обстоятельств, при которых на данном рабочем месте произошел несчастный случай.

Экономический метод заключается в оценке материального ущерба от травматизма, эффективности затрат на его профилактику.

За рубежом от традиционных методов исследования и прогнозирования уровня производственного травматизма постепенно начинают переходить к методам, основанным на теории приемлемого обществом в данный момент времени риска (вероятности) опасности, и методам системного анализа [7]. Для установления закономерностей и причинно-следственных связей, а также потенциально опасных ситуаций, в частности, используется метод типа «Дерево целей» («Дерево отказов»). Сущность данного метода заключается в том, что исходную цель (причину) разбивают на совокупность более частных, но более простых и конкретных подцелей (причин). В результате нахождения таких подцелей (причин) на нижнем уровне выявляется набор измеряемых целей (причин).

Схема связей исходной цели (причины) с конечными подцелями по форме напоминает дерево. При построении «Дерева отказов» вводятся условные обозначения причинно-следственных связей и характера самих событий: *прямоугольник* — рассматриваемое событие (основное); *круг* — исходное событие (первоначальное).

чальное); *ромб* — неопределенное или несущественное событие; *треугольник «и»* — вентиль, обозначающий образование одного выходного события из двух-трех входных событий, появляющихся одновременно; *треугольник «или»* — вентиль, обозначающий образование одного выходного события из одного или нескольких исходных, возникающих не одновременно.

Главное событие (несчастный случай) образуется из двух основных событий через вентиль «и», а именно: опасного отказа машины, т.е. возникновения опасной зоны на рабочем месте (выброс сливной стружки, отказ блокировочных средств и т.д.); опасной ошибки (отказа) человека, т.е. появления его в опасной зоне вследствие неоправданных действий, неточностей, допущенных самим потерпевшим или другим работником (или одновременно обоими).

Каждое из основных событий (отказов, причин) является следствием одного или нескольких других событий. Построение «Дерева отказов» и его анализ завершают, когда устанавливают первоначальное событие — отказ — как исходные причинные факторы несчастного случая или на таком уровне, где дальнейший анализ невозможен по каким-либо причинам.

5.10. Социальное страхование персонала. Льготы и компенсации

Правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору (контракту) устанавливает Федеральный закон № 125-ФЗ и другие нормативно-правовые акты Правительства Российской Федерации и Фонда социального страхования Российской Федерации. В этих документах устанавливаются правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, которые обеспечивают социальную защиту застрахованных работников, возмещение вреда, причиненного их жизни и здоровью, путем предоставления пострадавшим при исполнении трудовых обязанностей в полном объеме всех необходимых видов обеспечения по страхованию, в том числе оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию.

Обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний подлежат физические лица, выполняющие работу на основании трудового

договора (контракта), заключенного со страхователем, и физические лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду страхователем.

Физические лица, выполняющие работу на основании гражданско-правового договора, подлежат обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, если в соответствии с указанным договором страхователь обязан уплачивать страховщику страховые взносы.

Обеспечение по страхованию осуществляется:

- в виде пособия по временной нетрудоспособности, назначаемого в связи со страховым случаем и выплачиваемого за счет средств на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- в виде страховых выплат:

- единовременной страховой выплаты застрахованному либо лицам, имеющим право на получение такой выплаты в случае его смерти;

- ежемесячных страховых выплат застрахованному либо лицам, имеющим право на получение таких выплат в случае его смерти;

- в виде оплаты дополнительных расходов, связанных с повреждением здоровья застрахованного, на его медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию.

Возмещение застрахованному утраченного заработка по гражданско-правовому договору, в соответствии с которым не предусмотрена обязанность уплаты работодателем страховых взносов страховщику, а также в части выплаты авторского гонорара, на который не начислены страховые взносы, осуществляется причинителем вреда. Возмещение застрахованному морального вреда, причиненного в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием, осуществляется причинителем вреда.

Пособие по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием выплачивается за весь период временной нетрудоспособности застрахованного до его выздоровления или установления стойкой утраты профессиональной трудоспособности в размере 100 % его среднего заработка, исчисленного в соответствии с законодательством Российской Федерации о пособиях по временной нетрудоспособности.

Единовременные страховые выплаты и ежемесячные страховые выплаты назначаются и выплачиваются:

- застрахованному (работнику), если по заключению учреждения медико-социальной экспертизы результатом наступления

страхового случая стала утрата им профессиональной трудоспособности;

- лицам, имеющим право на их получение, если результатом наступления страхового случая стала смерть застрахованного.

Единовременные страховые выплаты выплачиваются застрахованным не позднее одного календарного месяца со дня назначения указанных выплат, а в случае смерти застрахованного — лицам, имеющим право на их получение, в двухдневный срок со дня представления страхователем страховщику всех документов, необходимых для назначения таких выплат.

Ежемесячные страховые выплаты выплачиваются застрахованному в течение всего периода стойкой утраты им профессиональной трудоспособности, а в случае смерти застрахованного — лицам, имеющим право на их получение (установлены ст. 7 Федерального закона № 125-ФЗ).

Размеры страховых выплат регламентируются ст. 11, 12 Федерального закона № 125-ФЗ.

Страхователь (работодатель) на основании заявления застрахованного или его доверенного лица представляет страховщику (в региональный Фонд социального страхования) следующие документы:

- акт о несчастном случае на производстве или акт о профессиональном заболевании;

- справку о среднем месячном заработке застрахованного;

- заключение учреждения медико-социальной экспертизы о степени утраты профессиональной трудоспособности застрахованного;

- заключение учреждения медико-социальной экспертизы о необходимых видах социальной, медицинской и профессиональной реабилитации застрахованного и др. (ст. 15 Федерального закона № 125-ФЗ).

Права субъектов страхования регламентируются ст. 16, 17, 18 гл. III Федерального закона № 125-ФЗ.

Страхователь обязан:

- своевременно регистрироваться (перерегистрироваться) у страховщика в качестве страхователя;

- в установленном порядке и в определенные страховщиком сроки начислять и перечислять страховщику страховые взносы;

- исполнять решения страховщика о страховых выплатах;

- обеспечивать меры по предотвращению наступления страховых случаев, нести в соответствии с законодательством Российской Федерации ответственность за необеспечение безопасных условий труда;

- расследовать страховые случаи в порядке, установленном Правительством Российской Федерации;

- в течение суток со дня наступления страхового случая сообщать о нем страховщику;
- собирать и представлять за свой счет страховщику в установленные страховщиком сроки документы (их заверенные копии), являющиеся основанием для начисления и уплаты страховых взносов, назначения обеспечения по страхованию, и иные сведения, необходимые для осуществления обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- направлять застрахованного в учреждение медико-социальной экспертизы на освидетельствование (переосвидетельствование) в установленные учреждением медико-социальной экспертизы сроки;
- представлять в учреждения медико-социальной экспертизы заключения органа государственной экспертизы условий труда о характере и об условиях труда застрахованных, которые предшествовали наступлению страхового случая;
- предоставлять застрахованному, нуждающемуся в лечении по причинам, связанным с наступлением страхового случая, оплачиваемый отпуск для санаторно-курортного лечения (сверх ежегодного оплачиваемого отпуска, установленного законодательством Российской Федерации) на весь период лечения и проезда к месту лечения и обратно;
- обучать застрахованных безопасным методам и приемам работы без отрыва от производства за счет средств страхователя;
- направлять на обучение по охране труда отдельные категории застрахованных в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации;
- своевременно сообщать страховщику о своей реорганизации или ликвидации;
- исполнять решения Государственной инспекции труда по вопросам предотвращения наступления страховых случаев и их расследования;
- предоставлять застрахованному заверенные копии документов, являющихся основанием для обеспечения по страхованию;
- разъяснять застрахованным их права и обязанности, а также порядок и условия обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- вести учет начисления и перечисления страховых взносов и производимых им страховых выплат, обеспечивать сохранность имеющихся у него документов, являющихся основанием для обеспечения по страхованию, и представлять страховщику отчетность по установленной страховщиком форме;

- сообщать страховщику обо всех известных обстоятельствах, имеющих значение при определении страховщиком в установленном порядке надбавок и скидок к страховому тарифу.

Страховщик (региональный Фонд социального образования) обязан:

- своевременно регистрировать (перерегистрировать) страхователей;

- осуществлять сбор страховых взносов;

- своевременно осуществлять обеспечение по страхованию в размерах и сроки, которые установлены Федеральным законом № 125-ФЗ, включая необходимую доставку и пересылку средств на обеспечение по страхованию;

- осуществлять обеспечение по страхованию лиц, имеющих право на его получение и выехавших на постоянное место жительства за пределы Российской Федерации, в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации;

- обеспечивать учет использования средств на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- контролировать деятельность страхователя по исполнению им обязанностей, предусмотренных ст. 17 и 19 Федерального закона № 125-ФЗ и т.д.

Страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний уплачиваются страхователем в порядке и по тарифам, которые утверждаются ежегодно Федеральным законом «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

Фонду социального страхования Российской Федерации разрешается направлять до 20 % сумм страховых взносов по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, перечисленных указанному Фонду страхователями за предыдущий год, на частичное финансирование предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников этих страхователей, включая финансирование периодических медицинских осмотров и санаторно-курортного оздоровления работников, занятых на работах с вредными и опасными веществами и производственными факторами.

Порядок отнесения отраслей (подотраслей) экономики к классу профессионального риска для установления страховых тарифов, соответствующих уровню производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и расходов на обеспечение по страхованию от несчастных случаев на производстве и профессио-

нальных заболеваний, определяется Правилами отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2005 № 713 № 975).

Порядок предоставления персоналу предприятия *льгот и компенсаций* за тяжелые, вредные и опасные условия труда следующий.

На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты.

На работах с особо вредными условиями труда предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание.

Нормы и условия бесплатной выдачи молока или других равноценных пищевых продуктов, а также лечебно-профилактического питания утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Порядок выдачи молока или других равноценных пищевых продуктов работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, регулируется приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации «Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов, порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, и перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных пищевых продуктов».

Статьей 4 Федерального закона № 125-ФЗ предусмотрено обеспечение работников лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Расходы, связанные с бесплатной выдачей молока, могут осуществляться по решению трудового коллектива как за счет себестоимости выпускаемой продукции, строительно-монтажных и наладочных работ, так и за счет прибыли, в бюджетных организациях — за счет ассигнований по бюджету.

Лечебно-профилактическое питание на работах с особо вредными условиями труда предоставляется бесплатно по установленным нормам.

Перечень производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания и нормы бесплатной выдачи витаминных препаратов и Правила бесплатной вы-

дачи лечебно-профилактического питания утвержден приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16.02.2009 № 46н.

Правом на получение лечебно-профилактического питания пользуются работники, профессии и должности которых предусмотрены в соответствующих производствах названного Перечня независимо от того, в какой отрасли экономики находятся эти производства.

Ответственность за обеспечение работников лечебно-профилактическим питанием и за соблюдение правил его выдачи возлагается на руководителей предприятий.

5.11. Охрана труда женщин и молодежи

Перечни производств, работ, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых ограничивается применение труда женщин, и нормы предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Беременным женщинам в соответствии с медицинским заключением и по их заявлению снижаются нормы выработки, нормы обслуживания либо эти женщины переводятся на другую работу, исключающую воздействие неблагоприятных производственных факторов, с сохранением среднего заработка по прежней работе.

До решения вопроса о предоставлении беременной женщине другой работы, исключающей воздействие неблагоприятных производственных факторов, она подлежит освобождению от работы с сохранением среднего заработка за все пропущенные вследствие этого рабочие дни за счет средств работодателя.

При прохождении обязательного диспансерного обследования в медицинских учреждениях за беременными женщинами сохраняется средний заработок по месту работы.

Женщины, имеющие детей в возрасте до 3 лет, в случае невозможности выполнения прежней работы переводятся по их заявлению на другую работу с сохранением среднего заработка по прежней работе до достижения ребенком возраста 3 лет.

Предоставление дополнительных отпусков и гарантий женщинам по беременности, родам, уходу за ребенком регламентируется ст. 254—264 ТК РФ.

Обязательные гигиенические требования к производственным процессам, оборудованию, основным рабочим местам, трудово-

му процессу, производственной среде и санитарно-бытовому обеспечению работающих женщин регламентируют СанПиН 2.2.0.555—96.

Допустимые нагрузки при применении труда женщин нормируются Постановлением Правительства Российской Федерации от 06.02.1993 № 105 «О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме тяжестей вручную».

Перечень работ, на которых запрещается применение труда работников в возрасте до 18 лет, а также предельные нормы тяжести утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Лица в возрасте до 18 лет принимаются на работу только после предварительного обязательного медицинского осмотра и в дальнейшем, до достижения возраста 18 лет, ежегодно проходят медицинский осмотр за счет средств работодателя.

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск работникам в возрасте до 18 лет предоставляется продолжительностью 31 календарный день в удобное для них время.

Запрещаются направление в служебные командировки, привлечение к сверхурочной работе, работе в ночное время, в выходные и нерабочие праздничные дни работников в возрасте до 18 лет (за исключением творческих работников средств массовой информации, организаций кинематографии, театров, театральных и концертных организаций, цирков и иных лиц, участвующих в создании и (или) исполнении произведений, профессиональных спортсменов в соответствии с перечнями профессий, устанавливаемыми Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений).

Расторжение трудового договора с работниками в возрасте до 18 лет по инициативе работодателя (за исключением случая ликвидации организации) помимо соблюдения общего порядка допускается только с согласия соответствующей Государственной инспекции труда и Комиссии по делам несовершеннолетних и защите их прав.

Для работников в возрасте до 18 лет нормы выработки устанавливаются исходя из общих норм выработки пропорционально установленной для этих работников сокращенной продолжительности рабочего времени.

Для работников в возрасте до 18 лет, поступающих на работу после окончания общеобразовательных учреждений и общеобразовательных учреждений начального профессионального образования, а также прошедших профессиональное обучение на производстве, в случаях и порядке, которые установлены законами и

иными нормативными правовыми актами, могут утверждаться пониженные нормы выработки.

При повременной оплате труда заработная плата работникам в возрасте до 18 лет выплачивается с учетом сокращенной продолжительности работы. Работодатель может за счет собственных средств производить им доплаты до уровня оплаты труда работников соответствующих категорий при полной продолжительности ежедневной работы.

Труд работников в возрасте до 18 лет, допущенных к сдельным работам, оплачивается по установленным сдельным расценкам. Работодатель может устанавливать им за счет собственных средств доплату до тарифной ставки за время, на которое сокращается продолжительность их ежедневной работы.

Оплата труда работников в возрасте до 18 лет, обучающихся в общеобразовательных учреждениях, образовательных учреждениях начального, среднего и высшего профессионального образования и работающих в свободное от учебы время, производится пропорционально отработанному времени или в зависимости от выработки. Работодатель может устанавливать этим работникам доплаты к заработной плате за счет собственных средств.

При использовании труда лиц моложе 18 лет необходимо соблюдать Нормы предельно допустимых нагрузок для лиц моложе 18 лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную.

5.12. Порядок использования средств индивидуальной защиты работающих

Эффективность использования СИЗ во многом зависит от правильного их выбора и эксплуатации. При выборе СИЗ необходимо учитывать конкретные условия производственного процесса, вид и длительность воздействия на работающих опасного и вредного производственного фактора, а также индивидуальные особенности работающих. Только правильное применение СИЗ может обеспечить максимальный защитный эффект от их использования на рабочих местах.

В соответствии с ГОСТ 12.4.011—89 установлены следующие классы СИЗ:

- изолирующие костюмы: пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры;
- средства защиты органов дыхания: противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски;
- специальная одежда: комбинезоны, полукомбинезоны, куртки, брюки, костюмы, халаты, плащи, полушубки, тулупы, фартуки, жилеты, нарукавники;

- специальная обувь: сапоги, ботфорты, полусапоги, ботинки, туфли, галоши, боты, бахилы;
- средства защиты головы: каски, шлемы, подшлемники, шапки, береты, шляпы;
- средства защиты рук: рукавицы, перчатки;
- средства защиты лица: защитные маски, защитные щитки;
- средства защиты органов слуха: противошумные шлемы, противошумные наушники, противошумные вкладыши;
- средства защиты глаз: защитные очки;
- предохранительные приспособления: предохранительные пояса, диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники;
- защитные дерматологические средства: моющие средства, пасты, кремы, мази.

На рис. 5.1 представлены некоторые типы защитных очков. Средства индивидуальной защиты, специально предназначенные для работников, связанных с обслуживанием электроустановок, представлены в подразд. 2.4.

Специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ выдаются бесплатно рабочим с вредными условиями труда, в особых температурных условиях и в других случаях, предусмотренных Межотраслевыми правилами обеспечения работников специаль-

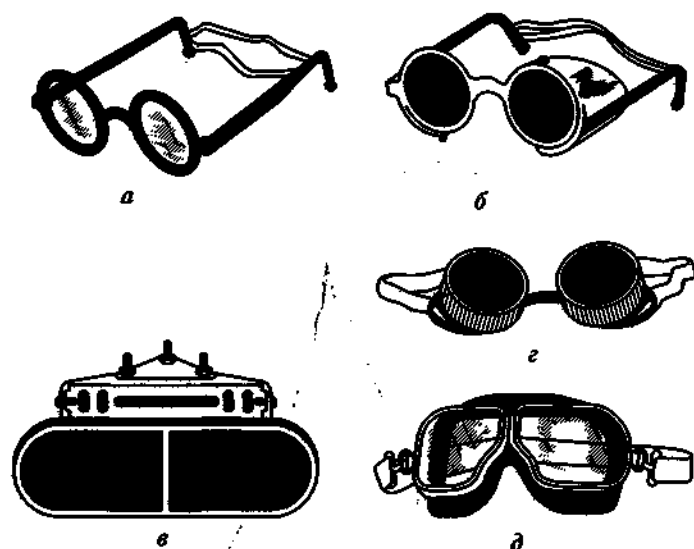


Рис. 5.1. Защитные очки:

а — ОЗО-1; б — ОЗО-2; в — ОЗО-3; з — ОЗЗ-2; д — ОЗЗ-7

ной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, утвержденными приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 01.06.2009 № 290н).

Специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ выдаются рабочим и служащим в соответствии с установленными нормами и сроками носки независимо от того, в какой отрасли народного хозяйства находятся эти производства, цехи, участки и виды работ. Поступающие на склады предприятия специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ должны храниться в отдельных сухих помещениях, изолированно от каких-либо других предметов и материалов, рассортированными по видам, ростам и защитным свойствам.

Специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ, выдаваемые рабочим и служащим, считаются собственностью предприятия и подлежат обязательному возврату при увольнении, при переводе в том же предприятии на другую работу, для которой выданные специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ не предусмотрены нормами, а также по окончании сроков носки взамен получаемой новой специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ.

Выдача взамен специальной одежды и специальной обуви материалов для их изготовления или денежных сумм для их приобретения не разрешается.

В исключительных случаях при невыдаче в срок установленных нормами специальной одежды и специальной обуви и приобретении их в связи с этим самими работниками администрация предприятия обязана возместить работникам затраты на приобретение по государственным розничным ценам специальной одежды и специальной обуви и оприходовать специальную одежду и специальную обувь как инвентарь предприятия.

Предприятие обязано заменить или отремонтировать специальную одежду и специальную обувь, пришедшие в негодность до истечения установленного срока носки по причинам, не зависящим от рабочего или служащего.

Дежурные специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ коллективного пользования должны находиться в кладовой цеха или участка и выдаваться рабочим и служащим только на время выполнения тех работ, для которых они предусмотрены, или могут быть закреплены за определенными рабочими местами (например, тулупы на наружных постах, перчатки диэлектрические при электроустановках и т.д.) и передаваться от одной смены другой. В этих случаях специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ выдаются под ответственность мастеров и других лиц из административно-технического персонала.

Бригадирам, помощникам и подручным рабочим выдаются те же специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ, что и рабочим соответствующих профессий.

Администрация предприятия обязана организовать надлежащий учет и контроль за выдачей рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ в установленные сроки.

Во время работы рабочие и служащие обязаны пользоваться выданной им специальной одеждой, специальной обувью и другими СИЗ. Администрация предприятия обязана следить за тем, чтобы рабочие и служащие во время работы действительно пользовались выданными им специальной одеждой, специальной обувью и другими СИЗ, и не допускать к работе рабочих и служащих без установленных специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ, а также в неисправной, неотремонтированной, загрязненной специальной одежде и специальной обуви или с неисправными СИЗ.

Рабочие и служащие обязаны бережно относиться к выданным в их пользование специальной одежде, специальной обуви и другим СИЗ, своевременно ставить в известность администрацию предприятия о необходимости химчистки, стирки, сушки, ремонта, дегазации, дезактивации, дезинфекции, обезвреживания и обеспыливания специальной одежды, а также сушки, ремонта, дегазации, дезактивации, дезинфекции, обезвреживания специальной обуви и других СИЗ.

Администрация предприятия при выдаче рабочим и служащим таких СИЗ, как респираторы, противогазы, самоспасатели, предохранительные пояса, накомарники, каски и некоторые другие, должна проводить инструктаж рабочих и служащих по правилам пользования и простейшим способам проверки исправности этих средств, а также тренировку по их применению.

Администрация предприятия обязана обеспечить регулярные в соответствии с установленными сроками испытание и проверку исправности СИЗ (респираторов, противогазов, самоспасателей, предохранительных поясов, накомарников, касок и др.), а также своевременную замену фильтров, стекол и других частей с понизившимися защитными свойствами. После проверки на СИЗ должна быть сделана отметка (клеймо, штамп) о сроках последующего испытания.

Запрещается рабочим и служащим по окончании работы выносить специальную одежду, специальную обувь и другие СИЗ за пределы предприятия.

Для хранения выданных рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ администрация предприятия обязана представить в соответствии с требованиями

санитарных норм специально оборудованные помещения (гардеробные).

Администрация предприятия обязана организовать надлежащий уход за СИЗ: своевременно осуществлять химчистку, стирку, ремонт, дегазацию, дезактивацию, обезвреживание и обеспыливание специальной одежды, а также ремонт, дегазацию, дезактивацию и обезвреживание специальной обуви и других СИЗ.

5.13. Аттестация и сертификация рабочих мест по условиям труда

В целях практической реализации положений законодательства об охране труда и улучшения условий труда Министерством труда и социального развития Российской Федерации было принято постановление от 24.04.2002 № 28 «О создании Системы сертификации работ по охране труда в организациях»).

Сертификация рабочих мест — деятельность по подтверждению соответствия постоянных рабочих мест на действующих предприятиях установленным государственным нормативным требованиям по охране труда.

Сертификация на действующих производственных объектах осуществляется исходя из результатов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Задачами аттестации и сертификации рабочих мест являются:

- определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на действующих рабочих местах;
- оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах;
- предоставление льгот и компенсаций за работу с вредными и тяжелыми условиями труда в предусмотренном законодательством порядке работникам, занятым на аттестуемых рабочих местах;
- разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

Нормативной основой проведения аттестации и сертификации рабочих мест по условиям труда являются:

- Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (Р 2.2.2006—05);
- Методические указания «Оценка травмоопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда»;
- ССБТ;
- санитарно-гигиенические нормативные материалы.

Для получения сертификата соответствия организации необходимо:

- иметь службу охраны труда;
- осуществить комплекс мероприятий, обеспечивающих проведение сертификации производственных объектов (утвердить программу по улучшению условий и охраны труда, провести обучение руководящих работников и специалистов нормам и правилам по охране труда и т.д.);
- провести непосредственно либо с привлечением аттестованных лабораторий аттестацию рабочих мест в соответствии с установленными требованиями, а также разработать для производственных объектов, деятельность которых связана с повышенной опасностью производства, декларацию безопасности;
- получить от территориальных служб федеральных органов надзора положительное заключение о соответствии подконтрольного этим органам оборудования (объекта) установленным ими требованиям, а в необходимых случаях — также разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности;
- обеспечить на сертифицируемых объектах беспрепятственное выполнение функций, возложенных на должностных лиц органов исполнительной власти по труду субъектов Российской Федерации и лиц, осуществляющих государственный и общественный контроль за соблюдением требований по охране труда;
- направить органу исполнительной власти по труду субъекта Российской Федерации заявку о сертификации производственного объекта с приложением документации о результатах аттестации рабочих мест, положительных заключений территориальных органов надзора, а в необходимых случаях — декларации безопасности.

Перечень постоянных рабочих мест по производствам и работам, намечаемых к сертификации, руководитель предприятия составляет и направляет в региональные органы государственной экспертизы условий труда.

Организация, получившая сертификат соответствия, обязана извещать орган, выдавший сертификат, об изменениях технологии и условий производства и труда, исходя из которых этот сертификат был выдан.

Работе по проведению сертификации рабочих мест на соответствие требованиям охраны труда предшествует их *аттестация*, которая проводится с учетом Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. В соответствии с указанным Порядком на предприятии создается аттестационная комиссия, аттестации подлежат все имеющиеся на рабочем месте вредные и опасные факторы (химические, физические, биологические, психофизиологические). Уровень показателей производственной среды определяется на основе инструментальных замеров или путем расчетов и обоснований. Аттестация должна проводиться при ха-

ракторных производственных условиях с использованием методов контроля, предусмотренных соответствующими ГОСТами или другой нормативной документацией.

Оценка условий труда проводится с использованием Р 2.2.2006—05. В том случае, если на рабочем месте отсутствуют вредные производственные факторы или фактические значения всех факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых санитарных норм, его признают отвечающим санитарно-гигиеническим требованиям и относят соответственно к 1-му или 2-му классу условий труда (оптимальные и допустимые условия труда соответственно).

Если на рабочем месте фактическое значение хотя бы одного из факторов производственной среды и трудового процесса не соответствует гигиеническим нормативам, то условия труда на таком рабочем месте относятся к вредным и опасным (3-й и 4-й классы условий труда).

В зависимости от величины фактического превышения значения фактора над нормативным (ПДК, ПДУ) условия труда относятся к 1, 2 или 3-й степени 3-го класса условий и характера труда.

На основании проведенной работы по аттестации рабочих мест по условиям труда комиссией разрабатываются мероприятия по их улучшению и оздоровлению, которые могут предусматривать улучшение техники и технологии, использование СИЗ и СКЗ, мероприятия по охране и организации труда, оздоровительной, релаксационной и медико-профилактической работе.

План мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда подписывается председателем аттестационной комиссии, утверждается руководителем предприятия и при необходимости включается в коллективный договор.

Контрольные вопросы

1. Что такое охрана труда?
2. Назовите права работника в области охраны труда.
3. Кто в организациях отвечает за обеспечение здоровых и безопасных условий труда?
4. Назовите основные нормативные правовые акты охраны труда.
5. Какие государственные органы ведут надзор за охраной труда в промышленности?
6. Назовите виды инструктажа по охране труда и лиц, проводящих инструктажи.
7. Должен ли работник подвергаться страхованию от несчастных случаев и профессиональных заболеваний?
8. Назовите обязанности работника по охране труда.
9. Как оформляются результаты расследования несчастного случая?

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Типовая инструкция по охране труда для электрослесаря по обслуживанию автоматики и средств измерений (ТИ Р М-065—2002)

1. Общие положения

1.1. Инструкция по охране труда является документом, устанавливающим для работников требования к безопасному выполнению работ.

1.2. Знание инструкции по охране труда обязательно для всех работников.

1.3. Руководитель структурного подразделения обязан создать на рабочем месте условия, отвечающие требованиям охраны труда, обеспечить работников средствами защиты и организовать изучение ими настоящей инструкции.

На каждом предприятии должны быть разработаны и доведены до сведения всего персонала безопасные маршруты следования по территории предприятия к месту работы и планы эвакуации на случай пожара и аварийной ситуации.

1.4. Каждый работник обязан:

- соблюдать требования настоящей инструкции;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии — вышестоящему руководителю о происшедшем несчастном случае и обо всех замеченных им нарушениях инструкции, а также о неисправностях сооружений, оборудования и защитных устройств;

- содержать в чистоте и порядке рабочее место и оборудование;
- обеспечивать на своем рабочем месте сохранность средств защиты, инструмента, приспособлений, средств пожаротушения и документации по охране труда.

За нарушение требований инструкции работник несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

2. Общие требования безопасности

2.1. К работе по данной профессии допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению указанной работы.

2.2. Работник при приеме на работу проходит вводный инструктаж. Перед допуском к самостоятельной работе он должен пройти:

- обучение по программам подготовки по профессии;
- первичный инструктаж на рабочем месте, проверку знаний инструкций:

- по охране труда;
- оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве;
- применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
- пожарной безопасности.

Для работников, имеющих право подготовки рабочего места, допуска, право быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады, необходима проверка знаний Межотраслевых правил охраны труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок (далее *правил*) в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц по охране труда.

2.3. Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением по структурному подразделению предприятия.

2.4. Вновь принятому работнику выдается квалификационное удостоверение, в котором должна быть сделана соответствующая запись о проверке знаний инструкций и правил, указанных в п. 2.2, и о праве на выполнение специальных работ.

Квалификационное удостоверение для дежурного персонала во время исполнения служебных обязанностей может храниться у начальника смены цеха или при себе в соответствии с местными условиями.

2.5. Работники, не прошедшие проверку знаний в установленные сроки, к самостоятельной работе не допускаются.

2.6. Работник в процессе работы обязан проходить:

- повторные инструктажи — не реже 1 раза в квартал;
- проверку знаний инструкций по охране труда и действующей инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве — 1 раз в год;
- медицинский осмотр — 1 раз в 2 года;
- проверку знаний правил для работников, имеющих право подготовки рабочего места, допуска, право быть производителем работ, наблюдающим или членом бригады, — 1 раз в год.

2.7. Работники, получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются и не позднее 1 мес должны пройти повторную проверку.

При нарушении правил охраны труда в зависимости от характера нарушений проводится внеплановый инструктаж или внеочередная проверка знаний.

2.8. О каждом несчастном случае или аварии пострадавший или очевидец обязан немедленно известить своего непосредственного руководителя.

2.9. Каждый работник должен знать местонахождение аптечки и уметь ею пользоваться.

2.10. При обнаружении неисправных приспособлений, инструмента и средств защиты работник должен сообщить об этом своему непосредственному руководителю.

Таблица П1

Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением

Напряжение, кВ		Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояние от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении, от стропов грузозахватных приспособлений и грузов, м
До 1	На воздушных линиях электропередачи	0,6	1,0
	В остальных электроустановках	Не нормируется (без прикосновения)	1,0
1 ... 35		0,6	1,0
60, 110		1,0	1,5
150		1,5	2,0
220		2,0	2,5
330		2,5	3,5
400, 500		3,5	4,5
750		5,0	6,0
800*		3,5	4,5
1 150		8,0	10,0

* Постоянный ток.

Не допускается работа с неисправными приспособлениями, инструментом и средствами защиты.

Во избежание попадания под действие электрического тока не следует прикасаться к оборванным свешивающимся проводам или наступать на них.

2.11. В электроустановках не допускается приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин к находящимся под напряжением не огражденным токоведущим частям на расстояния менее указанных в табл. П1.

2.12. Загромождать подходы к щитам с противопожарным инвентарем и к пожарным кранам, а также использовать противопожарный инвентарь не по назначению не разрешается.

2.13. В зоне обслуживания электрослесаря могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы:

- вращающиеся и движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны и поверхностей оборудования;

- повышенный уровень вибрации;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- расположение устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений и защит, средств дистанционного управления, сигнализации и технических средств автоматизированных систем управления (ТАИ) на высоте более 1,3 м относительно поверхности пола, земли.

2.14. Для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов необходимо применять соответствующие средства защиты:

- при повышенном уровне шума нужно использовать противошумные наушники, вкладыши или ограничивать время пребывания в зоне повышенного шума;

- при обслуживании вращающихся механизмов не должно быть развешиваемых частей одежды, которые могут быть захвачены движущимися частями механизмов;

- при необходимости нахождения вблизи горячих частей оборудования следует принять меры по защите от ожогов и действия высоких температур (ограждение оборудования, вентиляция, теплая спецодежда);

- при выполнении работ на участках с температурой воздуха выше +33 °С необходимо соблюдать режим труда с интервалами времени для отдыха и охлаждения;

- при повышенной запыленности воздуха рабочей зоны необходимо работать в противопылевом респираторе;

- при нахождении в помещениях с действующим технологическим оборудованием (за исключением щитов управления) необходимо носить защитную каску для защиты головы от ударов случайными предметами;

- при работе на высоте более 1,3 м над уровнем пола (земли, площадки) следует использовать предохранительный пояс и страховочный канат;

- при недостаточной освещенности рабочей зоны следует применять дополнительное местное освещение (фонари, переносные электрические светильники);

- для защиты от действия электрического тока следует применять электрозащитные средства: диэлектрические перчатки, галоши, коврики, подставки, накладки, колпаки, переносные заземляющие устройства, указатели напряжения, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, плакаты и знаки безопасности.

2.15. Электрослесарь должен работать в спецодежде и применять другие средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами, а также в зависимости от характера выполняемых работ.

2.16. Электрослесарю должны быть бесплатно выданы следующие средства индивидуальной защиты:

- костюм хлопчатобумажный — на 1 год;
- рукавицы комбинированные — на 3 мес;
- каска защитная — на 2 года;
- куртка хлопчатобумажная на утепленной подкладке — на 3 года.

При выдаче двойного сменного комплекта одежды срок носки удваивается.

3. Требования безопасности перед началом работы

3.1. Перед началом смены электрослесарь должен:

- привести в порядок спецодежду. Рукава и полы спецодежды следует застегнуть на все пуговицы, волосы убрать под каску. Одежду необходимо заправить так, чтобы не было свисающих концов или развевающихся частей. Обувь должна быть закрытой и на низком каблучке. Не допускается засучивать рукава спецодежды и подворачивать голенища сапог;

- произвести обход обслуживаемого оборудования по определенному маршруту, проверить визуально состояние (целостность) аппаратуры, исполнительных механизмов, щитов управления, сборок и их безопасное состояние;

- получить необходимые сведения от сдающего смену о состоянии оборудования, неисправностях, требующих немедленного устранения, и распоряжениях на предстоящую смену;

- ознакомиться со всеми записями в журналах: оперативном, дефектов, учета работ по нарядам и распоряжениям, с распоряжениями, вышедшими за время, прошедшее с предыдущего дежурства;

- проверить на рабочем месте наличие и исправность инструмента и приспособлений, средств защиты согласно утвержденному перечню, электрического фонаря, плакатов и знаков безопасности.

Инструмент должен соответствовать следующим требованиям:

- рукоятки плоскогубцев, острогубцев и кусачек должны иметь защитную изоляцию;

- рабочая часть отвертки должна быть хорошо заточена, на стержень надета изоляционная трубка, оставляющая открытой только рабочую часть отвертки;

- гаечные ключи должны иметь параллельные губки, их рабочие поверхности не должны иметь сбитых скосов, а рукоятки — заусенцев;

- рукоятка молотка должна иметь по всей длине овальную форму, не иметь сучков и трещин, плотно укрепляться в инструменте.

Средства защиты, приборы, инструменты и приспособления с дефектами или с истекшим сроком испытания необходимо изъять и сообщить об этом своему непосредственному руководителю.

3.2. Рабочий инструмент следует хранить в переносном инструментальном ящике или сумке.

3.3. После приемки смены электрослесарь должен доложить начальнику смены о состоянии оборудования ТАИ и характере работ, выполняемых персоналом по нарядам и распоряжениям в устройствах автоматики и средств измерений, предстоящих работах в течение смены и

получить от него разрешение на прием смены с росписью в оперативном журнале.

3.4. Не допускается:

- опробовать оборудование до приема смены;
- уходить со смены без оформления приема и сдачи смены.

4. Требования безопасности во время работы

4.1. Обходы и осмотры оборудования электрослесарь должен производить только с ведома вышестоящего оперативного персонала, обслуживающего технологическое оборудование.

При обходе производственных помещений, устройств ТАИ электрослесарю не разрешается произвольно менять маршрут и график обхода.

Не допускается производить осмотры при неустойчивых или аварийных режимах работы оборудования, при обдувке или расшлаковке котлов, при продувке оборудования и трубопроводов.

4.2. Не разрешается для сокращения маршрута обхода перепрыгивать или перелезать через трубопроводы. Переходить через трубопроводы следует только в местах, где имеются переходные мостики.

4.3. Все работы в устройствах ТАИ, расположенных на действующем оборудовании и сборках, находящихся в различных цехах, не допускается производить без разрешения начальника смены цеха, в котором предстоит работать.

4.4. При осмотре и ремонте средств ТАИ в местах с недостаточной освещенностью должны применяться переносные светильники только заводского изготовления. У ручного переносного светильника должны быть металлическая сетка, крючок для подвески и шланговый провод с вилок.

Не допускается вносить внутрь бункеров, баков, различных емкостей переносные понижающие трансформаторы для питания ламп освещения и использовать для этой цели автотрансформаторы, дроссельные катушки и реостаты.

4.5. При осмотре оборудования не разрешается производить переключения, снимать плакаты или знаки безопасности, ограждения и заземления, установленные при подготовке рабочего места, прикасаться к токоведущим частям, закрывать и открывать вентили, проникать за временные и постоянные ограждения в электроустановках.

4.6. Электрослесарь должен обращать внимание на исправность перекрытий и решеток резервуаров, каналов и приямков. При обнаружении неогражденных проемов необходимо принять меры, предупреждающие падение и травмирование людей (ограждение канатами и вывешивание предупредительных знаков безопасности).

4.7. При работе с инструментом электрослесарь не должен класть его на перила ограждений или неогражденный край площадки, а также у краев люков, колодцев и каналов. Положение инструмента на рабочем месте должно устранять возможность его скатывания или падения.

4.8. Размеры зева гаечных ключей не должны превышать размеров головок болтов более чем на 0,3 мм. Применение подкладок при боль-

шем зазоре между плоскостями губок и головок болтов или гаек не допускается.

При отвертывании и заворачивании гаек и болтов нельзя удлинять гачные ключи дополнительными рычагами.

4.9. Весь ручной слесарный инструмент необходимо осматривать не реже 1 раза в 10 дней, а также непосредственно перед применением. Неисправный инструмент следует изымать.

4.10. Обдувку от пыли устройств ТАИ следует производить резиновым шлангом, присоединенным к вентилю линии сжатого воздуха штурцером.

4.11. При обнаружении свищей и течей в пароводяных трактах тепломеханического оборудования, а также протекших жидкостей, выбивания топлива и золы в производственные помещения необходимо немедленно сообщить дежурному персоналу, в ведении которого находится это оборудование, и вышестоящему дежурному персоналу для принятия мер по ограждению опасной зоны и уборке протекших жидкостей.

4.12. При обслуживании оборудования не допускается:

- прикасаться к горячим частям оборудования, трубопроводов и другим элементам, имеющим высокую температуру;
- включать в работу механизмы без защитных ограждающих устройств, при неисправных ограждениях;

- снимать или восстанавливать во время работы вращающихся механизмов защитные ограждения с муфт и валов;

- находиться вблизи фланцевых соединений и арматуры трубопроводов, предохранительных клапанов, люков и лазов, топки, конвективной шахты и газовоздухопроводов, если это не вызвано производственной необходимостью;

- открывать дверки распределительных шкафов, щитов и сборок, производить очистку светильников и замену перегоревших ламп освещения, прикасаться к оголенным или неизолированным проводам;

- останавливать ручную вращающиеся или движущиеся механизмы;

- эксплуатировать неисправное оборудование, а также оборудование с неисправными или отключенными устройствами аварийного отключения блокировок, защит и сигнализации;

- опираться и становиться на барьеры площадок, перильные ограждения, предохранительные кожухи муфт и подшипников, ходить по трубопроводам, а также по конструкциям и перекрытиям, не предназначенным для прохода по ним и не имеющим специальных ограждений и перил;

- передвигаться по случайно брошенным предметам (кирпичам, доскам и т.п.);

- находиться в зоне производства работ по подъему и перемещению грузов грузоподъемными механизмами и погрузчиками.

4.13. Открывать крышки люка колодцев или снимать перекрытия канала следует специальными ключами, крючками и монтировкой, устанавливая их в устойчивое положение, во избежание падения и травмирования крышкой кистей рук или ступней ног.

4.14. Снимать и устанавливать предохранители в электрических устройствах ТАИ следует при снятом напряжении.

Допускается производить смену предохранителей под напряжением, но без нагрузки (при отсутствии коммутационных аппаратов) в защитных очках, с применением изолирующих клещей или диэлектрических перчаток.

4.15. При разрыве или нарушении плотности импульсных линий, идущих от газопровода, необходимо отключить поврежденный участок первичными вентилями, покинуть помещение, предварительно приняв меры к его проветриванию, и сообщить вышестоящему дежурному персоналу.

4.16. Выполнять продувку импульсных линий воды и пара следует с применением брезентовых рукавиц. Продувку следует производить через специальные продувочные устройства. При их отсутствии или забытых продувочных линиях продувка импульсных линий должна выполняться с разрешения или при участии дежурного персонала, обслуживающего тепломеханическое оборудование. Электрослесарь должен быть на месте продувки и давать команды дежурному технологического цеха по открытию и закрытию отборочных вентилях. Дежурный сообщает электрослесарю о производственных операциях.

При возникновении аварийного состояния на тепломеханическом оборудовании продувка импульсных линий не допускается. Если аварийное состояние возникло во время выполнения продувки импульсных линий, то продувка должна быть прекращена, арматура перекрыта.

4.17. Подтягивание соединительных штуцеров датчиков с помощью рычагов не допускается. Открывать и закрывать соединительные штуцеры следует гаечным ключом, размер которого должен соответствовать граням подтягиваемых элементов, предварительно проверив состояние видимой части резьбы.

4.18. Не допускается выполнять операции по открытию и закрытию первичных вентилях. Обслуживание вторичных вентилях, установленных перед датчиками, выполняется с ведома дежурного персонала, обслуживающего это оборудование.

На закрытых первичных вентилях должны быть вывешены плакаты «Не открывать — работают люди!».

Отсоединение датчика от импульсной линии или снятие с нее манометра следует производить постепенным отвертыванием накидной гайки у датчика или манометра.

4.19. Не допускается отключать датчики от трубопроводов (сосудов) при открытых первичных (отборных) вентилях на импульсных линиях. Если импульсные линии датчика подключены к разным отборным устройствам, то должны быть закрыты первичные вентиля на всех этих устройствах. Отключение датчика, питающегося от общей импульсной линии, должно производиться отключающими устройствами, расположенными непосредственно перед датчиком.

Отключать датчики от трубопроводов (сосудов) с давлением более 6 МПа (60 кгс/см²) следует закрытием двух последовательно установленных запорных вентилях, один из которых находится непосредственно у трубопровода (сосуда), другой — на импульсной линии перед датчиком.

4.20. Электрослесарь должен знать места в обслуживаемой зоне, опасные в отношении загазованности. В таких местах не допускается:

- курение;
- включение и выключение светильников;
- выполнение работ с использованием открытого огня (без наряда на газоопасные работы);
- применение электрического инструмента, дающего искрение, и электроосветительной арматуры в невзрывобезопасном исполнении;
- применение механического инструмента (молотков, кувалд и др.) из нецветных металлов и их сплавов;
- пользование обувью, подбитой стальными гвоздями и подковами;
- проверка наличия утечек газа при помощи открытого огня;
- эксплуатация газопроводов при наличии утечек газа.

4.21. Обслуживание устройств ТАИ в помещении газораспределительных пунктов следует производить с разрешения и в присутствии дежурного персонала котельного цеха.

4.22. Прежде чем войти в газоопасное помещение или подземное сооружение, необходимо произвести его вентиляцию и анализ воздушной среды на отсутствие газа и достаточность кислорода с помощью газоанализатора. Отбор пробы воздуха должен производиться с помощью шланга, вводимого в щель открытой двери (люка). Пробы воздуха следует отбирать из наиболее плохо вентилируемых мест в зависимости от плотности газа: газа с меньшей плотностью, чем воздух (метан, оксид углерода, водород, аммиак), — из верхней зоны, тяжелых (сжиженные газы, углекислый газ, сероводород, кислород) — из нижней зоны.

В случае обнаружения загазованности вход в помещение (подземное сооружение) не допускается. Необходимо провентилировать помещение (сооружение) и вновь провести проверку воздуха на отсутствие в нем газа и достаточность кислорода (не менее 20 % по объему).

Если удалить газ не удастся, то входить и работать в газоопасном месте разрешается только в шланговом противогазе.

4.23. При нахождении в газоопасном помещении или подземном сооружении электрослесарь должен надеть спасательный пояс с наплечными ремнями и спасательной веревкой; другой конец спасательной веревки должен быть в руках наблюдающего.

4.24. При снятии датчиков контрольно-измерительных приборов и автоматики, защит на отключенные от датчика импульсные линии, идущие от газопровода, следует устанавливать заглушки.

4.25. При обслуживании устройств ТАИ на оборудовании топливоподачи не разрешается перелезать через конвейеры, передавать через них различные предметы и инструмент, а также подлезать под них или проходить под ними в неогражденных и не предназначенных для прохода местах. Переходить через конвейеры следует только по переходным мостикам.

Ходить по эстакадам, бункерным галереям, в разгрузочных устройствах и помещениях, где установлены конвейеры, следует только по ходовым дорожкам. Необходимо точно знать расположение устройств аварийного останова ленточных конвейеров и уметь ими пользоваться.

4.26. При обслуживании устройств ТАИ на оборудовании мазутного хозяйства нельзя низко наклоняться к горловине люка резервуара или заглядывать в него, а также отогревать импульсные линии горючих, взрывоопасных и вредных веществ открытым огнем.

Применение открытого огня допускается только для отогрева импульсных линий воды и пара, расположенных вне пожароопасных помещений и на открытом воздухе.

4.27. Работы на импульсных линиях и аппаратуре, при выполнении которых могут произойти случайные выбросы агрессивных сред, должны производиться в резиновых кислотно-щелочестойких перчатках, прорезиненном фартуке и защитных очках или наголовных щитках.

В случае попадания кислоты на пол ее следует нейтрализовать (посыпать содой или негашеной известью) и только после этого произвести уборку лопатой и смыть водой.

Одежду, залитую кислотой, следует перед утилизацией обмыть обильной струей воды, нейтрализовать 2...3%-ным раствором соды.

4.28. При снятии и установе манометра не допускается использование инструмента со следами смазки, а также замасленного обтирочного материала. Следует применять для этой цели инструмент из цветного металла.

4.29. При обслуживании контрольно-измерительных приборов ТАИ, расположенных на территории открытых распределительных устройств (ОРУ), электрослесарю не разрешается подниматься на металлоконструкции электрооборудования. Входить на территорию ОРУ разрешается только в сопровождении дежурного персонала электроцеха.

4.30. Не допускается выполнять измерение сопротивления изоляции мегаомметром на неотключенном оборудовании.

При работе с мегаомметром нельзя прикасаться руками к токоведущим частям, к которым он присоединен.

После окончания работы необходимо снять с токоведущих частей остаточный заряд путем присоединения заземления.

4.31. Не допускается присоединение приборов к электрическим цепям, находящимся под напряжением, если для их подключения требуется разрыв электрической цепи. Присоединение и отсоединение приборов, не требующих разрыва электрических цепей, допускается выполнять под напряжением с применением электрозащитных средств (диэлектрических перчаток или инструмента с изолирующими рукоятками).

4.32. При работе под напряжением на устройствах ТАИ дополнительно необходимо:

- оградить расположенные вблизи рабочего места находящиеся под напряжением другие токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение;

- работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на диэлектрическом коврике.

4.33. При работе в электрических цепях под напряжением не допускается применять ножовки, напильники, металлические линейки и другие токопроводящие предметы.

Чтобы измерить электрические параметры устройств, находящихся под напряжением, следует заземлить металлический корпус переносного

прибора и использовать специальные шупы или соединительные проводники с изолирующими рукоятками.

4.34. Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками нельзя держать за упорами во избежание соскальзывания руки по металлической части.

4.35. При подготовке рабочего места не допускается отключение электрооборудования устройств ТАИ, влияющего на тепловую и электрическую нагрузку, без получения разрешения начальника смены станции или начальника смены соответствующего цеха.

4.36. При проверке отсутствия напряжения в электрических цепях не допускается использование «контрольных» ламп накаливания.

Проверять отсутствие напряжения необходимо двухполюсным указателем напряжения до 1000 В, исправность которого проверяется непосредственно прикосновением указателя к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.

В электроустановках с заземленной нейтралью при применении двухполюсного указателя проверять отсутствие напряжения нужно как между фазами, так и между фазой и заземленным корпусом оборудования или заземляющим (зануляющим) проводником.

Устройства, сигнализирующие об отключенном положении аппарата, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры являются только дополнительными средствами, подтверждающими отсутствие напряжения, и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

5. Требования безопасности в аварийных ситуациях

5.1. В случае возникновения аварийной ситуации (несчастного случая, пожара, стихийного бедствия) немедленно прекратить работу и сообщить о ситуации вышестоящему оперативному персоналу.

5.2. В случаях, не терпящих отлагательства, выполнить необходимые переключения с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала.

5.3. В случае возникновения пожара:

5.3.1. Оповестить всех работающих в производственном помещении и принять меры к тушению очага возгорания. Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, следует тушить углекислотными огнетушителями.

5.3.2. Принять меры к вызову на место пожара своего непосредственного руководителя или других должностных лиц.

5.3.3. В соответствии с оперативной обстановкой следует действовать согласно местному оперативному плану пожаротушения.

5.4. При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую (доврачебную) медицинскую помощь и сообщить непосредственному руководителю о несчастном случае.

При освобождении пострадавшего от действия электрического тока необходимо следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или под шаговым напряжением.

6. Требования безопасности по окончании работы

6.1. Перед окончанием смены необходимо:

- осмотреть устройства ТАИ и произвести записи в оперативном журнале, соответствующие состоянию обслуживаемого оборудования; при наличии неисправностей в устройствах ТАИ сделать запись в журнале дефектов;

- убрать рабочее место и закрепленное по смене оборудование ТАИ; не следует применять при уборке горючие вещества (бензин, керосин, ацетон и др.).

6.2. Весь инструмент, приспособления и средства защиты привести в порядок и разместить в шкафах и на стеллажах.

6.3. Сообщить принимающему смену обо всех имеющихся изменениях в состоянии оборудования ТАИ, которые происходили в течение смены, обнаруженных неисправностях, а также где и в каком составе работают бригады на оборудовании цеха по нарядам и распоряжениям.

6.4. Доложить о сдаче смены вышестоящему дежурному персоналу и оформить сдачу смены росписью в оперативном журнале.

6.5. Снять спецодежду; убрать ее и другие средства индивидуальной защиты в шкаф для рабочей одежды; умыться или принять душ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Типовая инструкция по охране труда для электромонтера по эксплуатации распределительных сетей (ТИ Р М-069—2002)

1. Общие положения

1.1. Инструкция по охране труда является документом, устанавливающим для работников требования к безопасному выполнению работ.

1.2. Знание инструкции по охране труда обязательно для всех работников.

1.3. Руководитель структурного подразделения обязан создать на рабочем месте условия, отвечающие требованиям охраны труда, обеспечить работников средствами защиты и организовать изучение ими настоящей инструкции.

На каждом предприятии должны быть разработаны и доведены до сведения всего персонала безопасные маршруты следования по территории предприятия к месту работы и планы эвакуации на случай пожара и аварийной ситуации.

1.4. Каждый работник обязан:

- соблюдать требования настоящей инструкции;

- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии — вышестоящему руководителю о происшедшем несчастном случае и обо всех замеченных им нарушениях инструкции, а также о неисправностях сооружений, оборудования и защитных устройств;

- содержать в чистоте и порядке рабочее место и оборудование;
- обеспечивать на своем рабочем месте сохранность средств защиты, инструмента, приспособлений, средств пожаротушения и документации по охране труда.

За нарушение требований инструкции работник несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

2. Общие требования безопасности

2.1. К работе по данной профессии допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению указанной работы.

2.2. Работник при приеме на работу проходит вводный инструктаж. Перед допуском к самостоятельной работе он должен пройти:

- обучение по программам подготовки по профессии;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний инструкций:
 - по охране труда;
 - оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве;
 - применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
 - пожарной безопасности.

Для работников, имеющих право подготовки рабочего места, допуска, право быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады, необходима проверка знаний Межотраслевых правил охраны труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок (далее *правил*) в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц по охране труда.

2.3. Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением по структурному подразделению предприятия.

2.4. Вновь принятому работнику выдается квалификационное удостоверение, в котором должна быть сделана соответствующая запись о проверке знаний инструкций и правил, указанных в п. 2.2, и о праве на выполнение специальных работ.

Квалификационное удостоверение для дежурного персонала во время исполнения служебных обязанностей может храниться у начальника смены цеха или при себе в соответствии с местными условиями.

2.5. Работники, не прошедшие проверку знаний в установленные сроки, к самостоятельной работе не допускаются.

2.6. Работник в процессе работы обязан проходить:

- повторные инструктажи — не реже 1 раза в квартал;
- проверку знаний инструкций по охране труда и действующей инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве — 1 раз в год;
- медицинский осмотр — 1 раз в 2 года;
- проверку знаний правил для работников, имеющих право подготовки рабочего места, допуска, право быть производителем работ, наблюдающим или членом бригады, — 1 раз в год.

2.7. Работники, получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются и не позднее 1 мес должны пройти повторную проверку.

При нарушении правил охраны труда в зависимости от характера нарушений проводится внеплановый инструктаж или внеочередная проверка знаний.

2.8. О каждом несчастном случае или аварии пострадавший или очевидец обязан немедленно известить своего непосредственного руководителя.

2.9. Каждый работник должен знать местоположение аптечки и уметь ею пользоваться.

2.10. При обнаружении неисправных приспособлений, инструмента и средств защиты работник должен сообщить об этом своему непосредственному руководителю.

Не допускается работа с неисправными приспособлениями, инструментом и средствами защиты.

Во избежание попадания под действие электрического тока не следует прикасаться к оборванным свешивающимся проводам или наступать на них.

2.11. В электроустановках не допускается приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин к находящимся под напряжением не огражденным токоведущим частям на расстояния, менее указанных в табл. П1.

2.12. Не разрешается загромождать подходы к щитам с противопожарным инвентарем и к пожарным кранам, а также использовать противопожарный инвентарь не по назначению.

2.13. На рабочем месте электромонтера могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенное значение напряжения электрической цепи;
- повышенное значение напряжения электрического поля;
- пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- расположение рабочего места на высоте;
- движущиеся машины и механизмы, перемещаемые и поднимаемые элементы оборудования, натягиваемые провода;
- воздействие химических веществ (красок, антисептиков, масел, ацетона);
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

2.14. Для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов необходимо применять следующие средства защиты.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо применять электрозащитные средства: диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, подставки, накладки, колпаки, заземляющие устройства, изолирующие штанги и клещи, указатели напряжения, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, ограждающие устройства, плакаты и знаки безопасности.

Для защиты органов дыхания при покраске оборудования необходимо применять респираторы. При работе на антисептированных опорах для защиты кожных покровов следует применять хлопчатобумажный

костюм со специальной пропиткой, брезентовые рукавицы и защитные очки. Перед подъемом на опору открытые части тела следует покрыть специальной предохранительной пастой, при этом следить, чтобы паста не попала в глаза. По окончании работ или перед приемом пищи лицо и руки вытереть сухой чистой тряпкой, а затем смыть оставшуюся пасту теплой водой с мылом.

Работу при низкой температуре следует выполнять в теплой спецодежде и чередовать по времени с нахождением в теплом помещении.

Для защиты головы от ударов необходимо носить каску, застегнутую подбородным ремнем.

При работе на движущихся машинах и механизмах не должно быть развешиваемых частей одежды, которые могут быть захвачены движущимися (вращающимися) частями механизмов.

При работе на высоте более 1,3 м над уровнем земли, пола, площадки необходимо применять предохранительный пояс.

При недостаточной освещенности рабочей зоны следует применять дополнительное местное освещение (фонари).

При работе в темное время суток должно быть предусмотрено освещение рабочего места. Освещенность должна быть равномерной.

2.15. Электромонтер должен работать в спецодежде и применять средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

2.16. Электромонтеру должны быть бесплатно выданы согласно отраслевым нормам следующие средства индивидуальной защиты:

- костюм хлопчатобумажный — на 1 год;
- рукавицы брезентовые — на 2 мес;
- сапоги резиновые для работы в заболоченной местности — на 1 год;
- сапоги кирзовые;
- полуплащ прорезиненный — дежурный;
- боты диэлектрические — дежурные;
- перчатки диэлектрические — дежурные;
- пояс предохранительный — дежурный;
- куртка хлопчатобумажная на утепляющей подкладке;
- брюки хлопчатобумажные на утепляющей подкладке;
- валенки;
- рукавицы хлопчатобумажные теплые — на 3 мес.

При работе на деревянных опорах, пропитанных антисептиками, выдается дополнительно костюм хлопчатобумажный со специальной пропиткой на 1 год.

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки удваивается.

В зависимости от характера работ и условий их производства электромонтеру бесплатно временно выдаются дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

3. Требования безопасности перед началом работы

3.1. Привести в порядок спецодежду. Рукава и полы спецодежды следует застегнуть на все пуговицы, волосы убрать под головной убор или

каска. Одежду необходимо заправить так, чтобы не было свисающих концов или развевающихся частей. Не разрешается засучивать рукава спецодежды.

3.2. Проверить укомплектованность и пригодность средств защиты и приспособлений:

- отсутствие внешних повреждений (целостность лакового покрытия изолирующих средств защиты, отсутствие проколов, трещин, разрывов у диэлектрических перчаток и бот, целостность стекол защитных очков);

- прочность соединений частей, прочность и целостность узлов и деталей, предназначенных для надежной установки или крепления предохранительного пояса;

- отсутствие порывов ткани поясов, исправность замка на карабине предохранительного монтерского пояса, а также наличие стопорного приспособления и страховочного каната;

- дату следующего испытания (срок годности определяется по штампу или бирке).

Исправность указателя напряжения выше 1000 В можно проверить на заведомо действующей электроустановке.

3.3. Проверить наличие и исправность инструмента, приставных лестниц. Приставная лестница должна быть испытана, оборудована специальными упорами и стяжными болтами, при установке на грунте — острыми наконечниками, при установке на гладких поверхностях — резиновыми башмаками. Срок последнего испытания должен быть написан на лестнице.

Инструмент должен храниться в переносном инструментальном ящике или сумке и соответствовать следующим требованиям:

- рукоятки плоскогубцев, острогубцев и кусачек должны иметь защитную изоляцию;

- рабочая часть отвертки должна быть хорошо заострена, на стержень надета изоляционная трубка, оставляющая открытой только рабочую часть отвертки;

- гаечные ключи должны иметь параллельные губки, их рабочие поверхности не должны иметь сбитых скосов, а рукоятки — заусенцев;

- рукоятка молотка должна иметь по всей длине овальную форму, не иметь сучков и трещин, плотно укрепляться в инструменте.

3.4. Средства защиты, приборы, инструмент и приспособления с дефектами или с истекшим сроком испытания необходимо изъять и заменить исправными.

3.5. У монтерских когтей и лазов необходимо проверить целостность сварных швов, целостность твердосплавных вставок шипов, затяжку шипов, сохранность прошивки ремней и надежность пряжек.

Не разрешается пользоваться когтями и лазами, у которых затуплены или поломаны шипы. Шипы должны быть завернуты до упора и правильно заточены.

3.6. Необходимо убедиться, что блоки, полиспасты и приданные им канаты испытаны и имеют бирку с указанием номера блока или полиспаста, грузоподъемности и даты очередного испытания; проверить общее состояние блоков и их отдельных элементов (роликов, шеек, под-

шипников), крепление каната к блоку, смазку роликов и вращение их на оси и обратить внимание на внутреннюю поверхность зева крюка, на состояние каната.

3.7. Ответственность за укомплектованность исправными защитными средствами и приспособлениями, необходимыми для выполнения работы, возлагается на производителя работ.

3.8. Необходимо ознакомиться с нарядом, выданным на производство работы, убедиться в том, что меры безопасности определены правильно и содержание работы понятно.

3.9. Электромонтер всегда обязан помнить, что после аварийного исчезновения напряжения оно может быть подано вновь без предупреждения.

4. Требования безопасности во время работы

Переезд на грузовом транспорте

4.1. Во время переезда к месту работы на транспорте необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- доставка людей к месту работы должна осуществляться транспортом, оборудованным фургоном; в зимнее время фургон должен обогреваться, салон, где находятся люди, должен иметь сигнализацию для связи с кабиной водителя; для перевозки защитных средств и приспособлений должны иметься специальные ящики и кронштейны;

- не допускается перевозка людей в самосвалах, тракторных тележках, на транспорте, загруженном крупногабаритными грузами (опорами, комплектными трансформаторными подстанциями (КТП), разъединителями и т.п.), на подножках автомобилей и тракторов;

- посадку и высадку людей следует производить только после полной остановки транспорта.

Ремонтные работы на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) и трансформаторных подстанциях (ТП)

4.2. По прибытии на рабочее место необходимо убедиться по диспетчерским наименованиям, что место работы соответствует указанному в наряде или распоряжении.

4.3. Проверить на рабочем месте исправность защитного заземления оборудования, железобетонных опор.

4.4. Убедиться в выполнении технических мероприятий, указанных в наряде, и получить инструктаж по безопасному производству работ.

4.5. При выполнении работ не допускается приближаться к неогражденным токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстоянии, менее указанных в п. 2.11.

Не допускается приближаться к изолированному от опоры молние-защитному тросу на расстоянии менее 1 м.

При использовании троса в схеме плавки гололеда допустимое расстояние приближения к тросу должно определяться в зависимости от напряжения плавки.

4.6. Перед подъемом на опору необходимо убедиться в достаточной устойчивости и прочности опоры. Если прочность опоры вызывает сомнение (недостаточное заглубление, вспучивание грунта, загнивание

древесины, трещины и прогары в бетоне, наклон больше нормы и т. п.), подниматься на нее без ее укрепления не разрешается.

Необходимость и способы укрепления опоры должен определить производитель работ.

Работы по усилению опоры с помощью растяжек следует выполнять с телескопической вышки или другого механизма для подъема людей либо с установленной рядом опоры либо применять для этого специальные раскрепляющие устройства, для навески которых не требуется подниматься по опоре. В случае применения оттяжек с крюками последние должны быть снабжены предохранительными замками.

Опоры, не рассчитанные на одностороннее натяжение проводов и тросов и временно подвергаемые такому натяжению, также перед подъемом на них должны быть укреплены. Не разрешается нарушать целостность проводов на промежуточных опорах без предварительного их укрепления.

4.7. При подъеме на опору и работе на ней необходимо пользоваться предохранительным поясом, стропы которого следует заводить за стойку опоры.

Не разрешается на угловых опорах со штыревыми изоляторами подниматься и работать со стороны внутреннего угла.

Во время выполнения какой-либо работы на опоре необходимо опираться на оба котья (лаза), закрепившись предохранительным поясом.

4.8. Подавать детали на конструкции или оборудование следует с помощью бесконечного каната, веревки или шнура. Стоящий внизу работник должен удерживать канат для предотвращения его раскачивания и приближения к токоведущим частям.

4.9. Работы по демонтажу опор и проводов ВЛ, а также по замене элементов опор должны производиться по технологической карте или проекту производства работ (ППР) в присутствии руководителя работ.

Способы вайки и установки опоры, необходимость и способы ее укрепления во избежание отклонения определяет руководитель работ, а если он не назначен, то работник, выдающий наряд.

4.10. При замене деталей опоры должна быть исключена возможность ее смещения или падения. При замене приставок на П- и АП-образных опорах следует заменить приставку на одной стойке опоры, закрепить бандажи и утрамбовать землю, а затем приступать к замене приставки на другой стойке. Сдвоенные приставки заменять только поочередно.

4.11. При выполнении ремонтных работ на КТП необходимо пользоваться приставной деревянной лестницей, стоя на ступеньке, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего ее конца. При работе на высоте более 1,3 м следует пользоваться предохранительным поясом, который должен закрепляться за конструкцию КТП. Не допускается поднимать или опускать груз по приставной лестнице, работать на приставных лестницах с использованием электрического и пневматического инструмента, выполнять газо- и электросварочные работы и т. п. Для выполнения таких работ следует применять леса.

4.12. При выполнении ремонтных работ с применением грузоподъемных машин и механизмов должны соблюдаться следующие меры безопасности:

• не допускается нахождение под поднимаемым грузом, корзиной телескопической вышки, а также ближе 5 м от натягиваемых проводов, тросов;

• при работах с телескопической вышки (гидроподъемника) необходимо иметь зрительную связь с водителем. При отсутствии связи у вышки должен находиться член бригады, передающий водителю команды о подъеме или спуске корзины (люльки);

• работать с телескопической вышки (гидроподъемника) следует стоя на дне корзинки (люльки), закрепившись стропом предохранительного пояса;

• переход из корзины (люльки) на опору или оборудование и обратно допускается только с разрешения производителя работ;

• в случае соприкосновения механизма с токоведущими частями не допускается спускание с механизма (машины) на землю или подъем на него, а также прикосновение к нему, стоя на земле; из зоны шагового напряжения следует удалиться на расстояние не менее 8 м от нее, передвигая ступни по земле и не отрывая одну от другой или прыжками на одной ноге или соединенных вместе ногах;

• при проезде, установке и работе автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов расстояния от подъемных и выдвинутых частей стропов, грузозахватных приспособлений, грузов до токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны быть не менее указанных в п. 2.11.

4.13. Недопустимо прикасаться к корпусу автомобиля, грузоподъемной машины или механизма на пневмоколесном ходу при всех работах в охранной зоне ВЛ и проводить какие-либо перемещения их рабочих органов, грузозахватных приспособлений и опорных деталей до установки защитных заземлений.

4.14. При необходимости выполнения эксплуатационных работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением до 1 000 В, необходимо:

• оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение;

• работать в диэлектрических галошах;

• применять инструмент с изолирующими рукоятками (у отверток должен быть изолирован стержень); при отсутствии такого инструмента пользоваться диэлектрическими перчатками;

• не допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами.

4.15. В электроустановках не допускается работать в наклонном положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей, находящихся под напряжением, будет менее указанного в п. 2.11. При работе в электроустановках около неогражденных токоведущих частей, находящихся под напряжением, нельзя располагаться так, чтобы эти части находились сзади или с двух боковых сторон.

4.16. Не допускается прикосновение без применений электрозащитных средств к изоляторам оборудования, находящегося под напряжением.

4.17. Не допускается использование шин первичных обмоток в качестве токоведущих при монтажных и сварочных работах.

4.18. Для исключения ошибок и обеспечения безопасности операций перед выполнением переключений необходимо осмотреть электроустановки, на которых предполагаются операции, проверить их соответствие выданному заданию и исправность.

4.19. Убедившись в правильности выбранного присоединения и коммутационного аппарата, можно производить переключения.

4.20. Перед тем как отключить или включить разъединитель, отделитель, необходимо тщательно их осмотреть и определить техническое состояние.

При обнаружении на перечисленных коммутационных аппаратах трещин на изоляторах и других повреждений выполнение операции с ними не допускается.

4.21. Отключать и включать разъединители, отключатели и выключатели напряжением выше 1000 В с ручным приводом необходимо в диэлектрических перчатках.

4.22. Включение разъединителей ручным приводом производят быстро, но без удара в конце хода. При появлении дуги ножи не следует отводить обратно, так как при расхождении контактов дуга может удлиниться и вызвать короткое замыкание. Операция включения во всех случаях должна продолжаться до конца.

4.23. Отключение разъединителей следует производить медленно и осторожно. Вначале делают пробное движение рычагом привода для того, чтобы убедиться в исправности тят, отсутствии качаний и поломок изоляторов. Если в момент расхождения контактов между ними возникает сильная дуга, разъединители необходимо немедленно включить и до выяснения причин образования дуги операции с ними не производить, кроме случаев отключения намагничивающих и зарядных токов. Операции в этих случаях должны производиться быстро, чтобы обеспечить погасание дуги на контактах.

4.24. При недовключении ножей рубильника (разъединителя) не допускается подбивание ножей и губок под напряжением.

4.25. При отключениях разъединителями, отделителями зарядного тока воздушных и кабельных линий необходимо располагаться под защитным козырьком или за ограждением.

4.26. В электроустановках до 1000 В не допускается применение «контрольных» ламп для проверки отсутствия напряжения в связи с опасностью травмирования электрической дугой и осколками стекла.

Работа на ВЛ в зоне наведенного напряжения и в пролете пересечения с действующей ВЛ

4.27. Электромонтер должен быть ознакомлен с перечнем линий, которые после отключения находятся под наведенным напряжением.

4.28. При замене проводов в открытых распределительных устройствах (ОРУ) и на ВЛ в пролете пересечения с действующей ВЛ, когда заменяемые провода находятся ниже проводов, находящихся под напряжением, через заменяемые провода в целях предупреждения подсежки расположенных выше проводов должны быть перекинута канаты из раститель-

ных или синтетических волокон. Канаты следует перекидывать по обе стороны от места пересечения, закрепляя их концы за якоря, конструкции и т.п. Подъем провода должен осуществляться медленно и плавно.

С обеих сторон от места пересечения необходимо заземлять как подвешиваемый, так и заменяемый провод.

Работы на ВЛ, расположенной выше ВЛ, находящейся под напряжением, разрешаются только по ППР. Замена проводов при этом без отключения обеих ВЛ не допускается.

4.29. При работе на ВЛ под наведенным напряжением заземление должно быть установлено на каждой опоре.

4.30. Работы с земли на ВЛ под наведенным напряжением, связанные с прикосновением к проводу, опущенному с опоры вплоть до земли, следует проводить с использованием электрозащитных средств или с металлической площадки, соединенной с проводом проводником для выравнивания потенциалов.

4.31. При работе на проводах, выполняемой с телескопической вышки, рабочая площадка вышки должна быть соединена с проводом с помощью специальной штанги для переноса потенциала гибким медным проводником сечением не менее 10 мм², а сама вышка заземлена.

4.32. При работах в пролетах пересечения с действующей ВЛ на ВЛ под наведенным напряжением не допускается:

- вход в кабину телескопической вышки и выход из нее, а также прикосновение к корпусу вышки, стоя на земле, после соединения рабочей площадки вышки с проводом;

- использование в качестве «бесконечного» каната — металлического каната.

4.33. При подъеме, визировании, натяжке проводов на ВЛ под наведенным напряжением провод необходимо заземлить на анкерной опоре, от которой ведется раскатка, на конечной анкерной опоре, через которую проводится натяжка, а также на каждой промежуточной опоре, на которую поднимается провод.

4.34. При работе в двух и более анкерных участках (пролетах) на ВЛ под наведенным напряжением ВЛ следует разделить на электрически несвязанные участки посредством разъединения петель на анкерных опорах.

Замена предохранителей

4.35. При замене высоковольтных предохранителей необходимо:

- отключить коммутационный аппарат;
- проверить отсутствие напряжения;
- установить заземления.

Под напряжением, но без нагрузки допускается снимать и устанавливать предохранители на присоединениях, в схеме которых отсутствуют коммутационные аппараты, позволяющие снимать напряжение.

Под напряжением и под нагрузкой можно заменять предохранители трансформаторов напряжения.

4.36. При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться следующими средствами защиты:

- в электроустановках напряжением до 1000 В — изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками и защитными очками;

♦ в электроустановках напряжением выше 1 000 В — изолирующими клещами (штангой) с применением диэлектрических перчаток и защитных очков.

4.37. Снятие и установку предохранителей должны производить работники, имеющие группу III.

4.38. Не допускается применять некалиброванные плавкие вставки и предохранители.

Работа с электроизмерительными клещами, штангами и мегаомметром

4.39. В электроустановках напряжением выше 1 000 В замер нагрузки электроизмерительными клещами должны производить два работника: один должен иметь группу IV, другой — группу III. При этом необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками. Нельзя наклоняться к прибору для снятия показаний.

4.40. Замер нагрузки электроизмерительными клещами в электроустановках напряжением до 1 000 В может производить один работник, имеющий группу III. При этом пользоваться диэлектрическими перчатками не обязательно. Не разрешается работать с электроизмерительными клещами, находясь на опоре или лестнице.

4.41. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром осуществляется на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

4.42. При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять и снимать с помощью изолирующих держателей (штанг).

4.43. При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не допускается. После окончания работы необходимо снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

4.44. Измерять сопротивление изоляции мегаомметром может работник, имеющий группу III.

В тех случаях, когда измерение входит в содержание работ, оговаривать его в наряде или распоряжении не требуется.

4.45. Работу с измерительными штангами должны проводить не менее двух работников: один должен иметь группу IV, остальные — группу III.

Подниматься на конструкцию или телескопическую вышку, а также спускаться с нее следует без штанги.

Расчистка трассы ВЛ от деревьев

4.46. До начала валки деревьев рабочее место должно быть расчищено. В зимнее время для быстрого отхода от падающего дерева следует проложить в снегу две дорожки длиной 5...6 м под углом к линии его падения в сторону, противоположную падению. Не допускается влезать на подрубленные и подпиленные деревья.

4.47. Необходимо помнить об опасности приближения сваливаемых деревьев, канатов к проводам ВЛ.

Во избежание падения деревьев на провода до начала рубки должны быть применены оттяжки.

В случае падения дерева на провода не допускается приближение к нему на расстояние менее 8 м до снятия напряжения с ВЛ.

4.48. О предстоящем падении сваливаемого дерева пильщики должны предупредить других работников. Стоять со стороны падения дерева и с противоположной стороны не разрешается.

4.49. Не допускается валка деревьев без подпила или подруба, а также выполнение сквозного пропила дерева. Наклоненные деревья следует валить в сторону их наклона.

4.50. Не разрешается оставлять неповаленным подрубенное и подпиленное дерево на время перерывов в работе или при переходе к другим деревьям.

4.51. Перед валкой гнилых и сухостойных деревьев необходимо опробовать их прочность, а затем сделать подпил. Подрубать такие деревья нельзя.

4.52. Не допускается групповая валка деревьев с предварительным подпиливанием и валка с использованием падения одного дерева на другое. В первую очередь следует сваливать подгнившие и обгоревшие деревья.

Обходы и осмотры ВЛ, ТП, распределительных пунктов (РП)

4.53. Не разрешается проводить какие-либо ремонтные и восстановительные работы, а также подниматься на РП, ТП и опоры ВЛ при обходах и осмотрах.

4.54. В труднопроходимой местности (болота, водные преграды, горы, лесные завалы и т. п.) и в условиях неблагоприятной погоды (дождь, снегопад, сильный мороз и т. п.), а также в темное время суток осмотр ВЛ должны выполнять два работника, имеющие группу II. В остальных случаях осматривать ВЛ может один работник, имеющий группу II.

Не разрешается идти под проводами при осмотре ВЛ в темное время суток. При поиске повреждений осматривающие ВЛ должны иметь при себе предупреждающие знаки или плакаты.

4.55. На ВЛ напряжением 6...35 кВ нельзя приближаться на расстояние менее 8 м к лежащему на земле проводу или к железобетонным опорам при наличии признаков протекания тока замыкания на землю (испарение влаги из почвы, возникновение электрической дуги на стойках и в местах заделки опоры в грунт и др.).

В целях предотвращения приближения к оборванному проводу людей и животных вблизи такого провода следует организовать охрану, установить предупреждающие знаки или плакаты, сообщить о происшедшем в район электросетей.

Земляные работы и работы на кабельных линиях электропередачи (КЛ)

4.56. Перед началом земляных работ в охранной зоне кабельной линии электропередачи КЛ необходимо сделать контрольное вскрытие грунта (шурф) для уточнения расположения и глубины прокладки кабелей, а также установить временное ограждение, определяющее зону работы землеройных машин.

При обнаружении кабеля, не указанного в документации на проведение работ, следует прекратить работы и сообщить об этом на предпри-

ятие, выдавшее разрешение на проведение работ, приняв меры к обеспечению сохранности кабеля.

4.57. Не допускается применение машин и механизмов ударного действия на расстоянии менее 5 м от трассы кабелей, а землеройных машин — в пределах охранной зоны КЛ. Рыхлае грунта с использованием отбойных молотков следует производить на глубину не более 0,3 м над трассой кабеля.

5. Требования безопасности в аварийных ситуациях

5.1. В случае возникновения аварийной ситуации (несчастного случая, пожара, стихийного бедствия) немедленно прекратить работу и сообщить о ситуации вышестоящему оперативному персоналу.

5.2. В случаях, не терпящих отлагательства, выполнить необходимые переключения с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала.

5.3. В случае возникновения пожара:

5.3.1. Оповестить всех работающих в производственном помещении и принять меры к тушению очага возгорания. Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, следует тушить углекислотными огнетушителями.

5.3.2. Принять меры к вызову на место пожара своего непосредственного руководителя или других должностных лиц.

5.3.3. В соответствии с оперативной обстановкой следует действовать согласно местному оперативному плану пожаротушения.

5.4. При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую (доврачебную) медицинскую помощь и сообщить непосредственно-му руководителю о несчастном случае.

При освобождении пострадавшего от действия электрического тока необходимо следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или под шаговым напряжением.

6. Требования безопасности по окончании работ

6.1. По окончании производства работ необходимо привести в порядок рабочее место. Инструмент, приспособления, средства защиты убрать в отведенные для них места.

6.2. Все отходы производства необходимо убрать в места, приспособленные для их временного хранения.

6.3. Сообщить допускающему, а в его отсутствие — работнику, выдавшему разрешение на подготовку рабочего места и на допуск к работе, о полном окончании работ.

6.4. По прибытии на базу обо всех изменениях и недостатках, обнаруженных во время работы, и о принятых мерах к их устранению сообщить руководству района электрических сетей.

6.5. Снять спецодежду, убрать ее и другие средства индивидуальной защиты в шкаф для рабочей одежды.

6.6. Умыться или принять душ.

Выписка из «Типовой инструкции по охране труда при проведении электрических измерений и испытаний» (ТИ Р М-074-2002)

1. Общие положения

1.1. Инструкция по охране труда является документом, устанавливающим для работников требования к безопасному выполнению работ.

1.2. Знание инструкции по охране труда обязательно для всех работников.

1.3. Руководитель структурного подразделения обязан создать на рабочем месте условия, отвечающие правилам охраны труда, обеспечить работников средствами защиты и организовать изучение ими настоящей инструкции.

На каждом предприятии должны быть разработаны и доведены до сведения всего персонала безопасные маршруты следования по территории предприятия к месту работы и планы эвакуации на случай пожара и аварийной ситуации.

1.4. Каждый работник обязан:

- соблюдать требования настоящей инструкции;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии — вышестоящему руководителю о происшедшем несчастном случае и обо всех замеченных им нарушениях инструкции, а также о неисправностях сооружений, оборудования и защитных устройств;

- содержать в чистоте и порядке рабочее место и оборудование;
- обеспечивать на своем рабочем месте сохранность средств защиты, инструмента, приспособлений, средств пожаротушения и документации по охране труда.

1.5. За нарушение требований инструкции работник несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

1.6. Под объектом испытаний (измерений) следует понимать один или несколько однотипных объектов, испытываемых (измеряемых) одновременно одним и тем же средством испытаний (измерений).

1.7. Под испытаниями (измерениями) оборудования следует понимать испытания (измерения) действующих электроустановок, находящихся в эксплуатации, а также испытания (измерения), осуществляемые при монтаже или ремонте оборудования.

2. Требования к персоналу

2.1. К проведению измерений и испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний Межотраслевых правил охраны труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок (далее — правил) комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям оборудования, имеющие V группу — в электроустановках напряжением выше 1000 В и IV группу — в электроустановках напряжением до 1000 В.

2.2. К проведению измерений и испытаний электрооборудования допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению указанной работы.

2.3. Работник при приеме на работу проходит вводный инструктаж. Перед допуском к самостоятельной работе работник должен пройти:

- обучение по программам подготовки по профессии;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний инструкций:
 - по охране труда;
 - оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве;
 - применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
 - пожарной безопасности.

2.4. Для производственного обучения работнику должен быть предоставлен срок, достаточный для ознакомления с оборудованием, аппаратурой, оперативными схемами и одновременного изучения необходимой для данной должности нормативной и технической литературы.

2.5. К работе с электроизмерительными приборами должны допускаться работники, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей группы по электробезопасности и не имеющие медицинских противопоказаний.

2.6. Работников, совмещающих профессии, обучают и инструктируют по правилам безопасности труда в полном объеме по их основной и совмещаемой профессиям (должностям).

2.7. Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением по структурному подразделению предприятия.

2.8. Вновь принятому работнику выдается квалификационное удостоверение, в котором должна быть сделана соответствующая запись о проверке знаний инструкций и правил, указанных в п. 2.3, и о праве на выполнение специальных работ.

2.9. Квалификационное удостоверение для дежурного персонала во время исполнения служебных обязанностей может храниться у начальника смены цеха или при себе в соответствии с местными условиями.

2.10. Работники, не прошедшие проверку знаний в установленные сроки, к самостоятельной работе не допускаются.

2.11. Работник в процессе работы обязан проходить:

- повторные инструктажи — не реже 1 раза в квартал;
- проверку знаний инструкции по охране труда и действующей инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве — 1 раз в год;
- медицинский осмотр — 1 раз в 2 года;
- проверку знаний правил для работников, имеющих право подготовки рабочего места, допуска, право быть производителем работ, наблюдающим или членом бригады, — 1 раз в год.

2.12. Работники, получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются и не позднее 1 мес должны пройти повторную проверку.

2.13. При нарушении правил охраны труда, в зависимости от характера нарушений, проводится внеплановый инструктаж или внеочередная проверка знаний.

2.14. Право на проведение измерений и испытаний подтверждается записью в строке «Свидетельство на право проведения специальных работ» удостоверения о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках.

2.15. Производитель работ, занятый испытаниями электрооборудования, а также работники, проводящие испытания единолично с использованием стационарных испытательных установок, должны пройти месячную стажировку под контролем опытного работника.

2.16. При несчастном случае работник обязан оказать первую помощь пострадавшему до прибытия медицинского персонала. При несчастном случае с самим работником, в зависимости от тяжести травмы, он обращается за медицинской помощью в здравпункт или сам себе оказывает первую помощь (самопомощь). О каждом несчастном случае или аварии пострадавший или очевидец обязаны немедленно известить своего непосредственного руководителя.

2.17. Каждый работник должен знать местонахождение аптечки и уметь ею пользоваться.

2.18. Работник, участвующий в проведении измерений и испытаний электрооборудования, должен работать в спецодежде и применять средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

2.19. Работнику должны быть бесплатно выданы следующие средства индивидуальной защиты:

- комбинезон или костюм хлопчатобумажный — на 1 год;
- рукавицы комбинированные индивидуальные — на 3 мес;
- каска защитная — на 2 года;
- галоши диэлектрические — дежурные;
- перчатки диэлектрические — дежурные.

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки удваивается.

В зависимости от характера работ и условий их производства работнику временно бесплатно выдаются дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

3. Общие требования безопасности

3.1. Опасные и вредные производственные факторы, возникающие в зоне измерений и испытаний, а также перечень нормативных правовых актов, регламентирующих допустимые значения этих факторов, приведены в полной редакции ТИ Р М-074—2002.

3.2. Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

3.3. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит: от рода и величины напряжения и тока; частоты электрического тока; пути тока через тело человека; продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека; условий внешней среды.

3.4. Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок, измерительных и испытательных стендов (ИС), устройств, приборов;

- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

3.5. В действующих электроустановках следует выполнять следующие организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при испытаниях и измерениях:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;

- оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- организацию надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерыва в работе, переводов на другие виды работ, установление рационального режима труда и отдыха.

Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность, должны устанавливаться с учетом:

- номинального напряжения, рода и частоты тока электроустановки и измерительного (испытательного) напряжения ИС, устройства, прибора;

- способа электроснабжения (от стационарной сети, автономного источника питания электроэнергией);

- режима нейтрали (средней точки) источника питания электроэнергией (изолированная, заземленная нейтраль);

- вида исполнения испытательной установки (стационарные, передвижные, переносные);

- условий внешней среды;

- возможности снятия напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых должна проводиться работа;

- характера возможного прикосновения работника к элементам цепи тока;

- возможности приближения к токоведущим частям, находящимся под действующим или измерительным и испытательным напряжением, на расстояние, менее допустимого, или попадания в зону растекания тока;

- видов работ.

3.6. В электроустановках не допускается приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин к не огражденным токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстояния менее указанных в табл. П1.

3.7. При проведении электрических измерений и испытаний в условиях воздействия электромагнитных полей время пребывания персонала

на рабочих местах устанавливается в зависимости от уровня напряженности электрических полей.

3.8. Допустимая напряженность неискаженного электрического поля составляет 5 кВ/м. При напряженности электрического поля на рабочих местах выше 5 кВ/м (работа в зоне влияния электрического поля) необходимо применять средства защиты.

Допустимые уровни магнитного поля внутри временных интервалов определяются интерполяцией.

3.9. Допустимая напряженность (H) или индукция (B) магнитного поля для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия в зависимости от продолжительности пребывания в магнитном поле приведена в полной редакции ТИ Р М-074—2002.

Допустимые уровни магнитного поля внутри временных интервалов определяются интерполяцией.

3.10. При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью магнитного поля общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

3.11. Допустимое время пребывания в магнитном поле может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня. При изменении режима труда и отдыха (сменная работа) предельно допустимый уровень магнитного поля не должен превышать установленный для 8-часового рабочего дня.

3.12. Контроль уровней электрического и магнитного полей должен производиться:

при приемке в эксплуатацию новых и расширении действующих электроустановок;

оборудовании помещений для постоянного или временного пребывания персонала, находящихся вблизи электроустановок (только для магнитного поля);

аттестации рабочих мест.

3.13. Уровни электрического и магнитного полей должны определяться во всей зоне, где может находиться персонал в процессе выполнения работ, на маршрутах следования к рабочим местам и местам осмотра оборудования.

3.14. Безопасность производства электрических измерений и испытаний должна обеспечиваться:

- соблюдением установленного порядка и организованности на каждом рабочем месте, высокой производственной, технологической и трудовой дисциплиной;

- профессиональным отбором, обучением работающих, проверкой их знаний и навыков безопасности труда;

- использованием производственных помещений, удовлетворяющих соответствующим требованиям и комфортабельности работающих;

- оборудованием производственных площадок при выполнении измерений и испытаний вне помещений;

- использованием исходных заготовок, комплектующих узлов, элементов приспособлений, не оказывающих опасного и вредного воздей-

ствия на работающих. При невозможности выполнения этого требования должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасность проведения электрических измерений и испытаний и защиту обслуживающего персонала применением средств измерений и испытаний (приборов, приспособлений, устройств), не являющихся источником травматизма и профессиональных заболеваний;

- разработкой программ и методов измерений и испытаний, утверждаемых в установленном порядке;

- применением надежно действующих и регулярно проверяемых контрольно-измерительных приборов, устройств противоаварийной защиты, средств получения, переработки и передачи информации;

- рациональной организацией рабочего места и размещением приборов;

- обозначением опасных производственных зон и работ.

3.15. Требования безопасности при проведении конкретных электрических измерений и испытаний на производстве должны устанавливаться нормативными актами по охране труда с учетом конкретных условий и утверждаться в установленном порядке.

3.16. Во избежание попадания под действие электрического тока не следует прикасаться к оборванным свешивающимся проводам или наступать на них.

3.17. Загромождать подходы к щитам с противопожарным инвентарем и к пожарным кранам, а также использовать противопожарный инвентарь не по назначению не допускается.

3.18. Безопасность работников должна быть обеспечена при возникновении пожара в любом месте объекта при проведении испытаний и измерений.

3.19. Для обеспечения безопасности проведения работ должно предусматриваться применение рациональных режимов труда и отдыха в целях предотвращения монотонности, гиподинамии, чрезмерных физических и нервно-психических перегрузок.

4. Требования безопасности перед началом работы

4.1. Требования к организации и подготовке испытаний и измерений

4.1.1. Измерения и испытания следует проводить по программам и методикам, техническим условиям организаций-изготовителей или стандартам на продукцию.

Измерения и испытания электрооборудования или электроустановок, вновь вводимых в эксплуатацию, проводятся в соответствии с нормами, предусмотренными действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), требованиями организаций-изготовителей, требованиями стандартов, а измерения и испытания действующих электроустановок и электрооборудования — в объеме требований норм и правил их эксплуатации.

Испытательные установки (электролаборатории) должны быть зарегистрированы в органах госэнергонадзора.

4.1.2. Разрешение на проведение измерений и испытаний действующих электроустановок должно быть оформлено в соответствии с действующими правилами охраны труда.

Измерения и испытания, проводимые на ИС по программам и методикам, проводят без оформления какого-либо распоряжения, вне их — по распоряжению руководителя измерений или испытаний.

Распоряжение заносится в специальный журнал.

4.1.3. Испытания и измерения в действующих электроустановках напряжением выше 1000 В производятся по наряду.

Испытания и измерения электродвигателей и различного отдельно стоящего единичного оборудования напряжением выше 1000 В, от которых отсоединены токоведущие части (питающие кабели, шины) и заземлены, могут выполняться по распоряжению.

4.1.4. Допуск по нарядам или распоряжениям на проведение измерений и испытаний производится только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию или измерению оборудовании, и сдачи ими нарядов или сообщения об окончании работ по распоряжению.

4.1.5. В состав бригад, проводящих испытания или измерения, могут быть включены работники из числа ремонтного персонала с группой по электробезопасности не ниже II для выполнения подготовительных работ, охраны испытываемого оборудования, а также для разъединения и соединения шин, жил кабеля, проводов. Ремонтный персонал, включенный в состав бригады, до начала испытаний или измерений должен быть проинструктирован производителем работ о мерах безопасности при испытаниях или измерениях.

В состав бригады, осуществляющей монтаж или ремонт оборудования для проведения испытаний и (или) измерений, могут быть включены работники из числа персонала наладочных организаций или электролабораторий. В этом случае испытаниями и (или) измерениями руководит производитель работ либо по его указанию старший работник с группой по электробезопасности не ниже IV из числа персонала электролаборатории или наладочной организации.

4.1.6. Подготовку объекта и средств измерения к испытаниям или измерениям следует проводить при отсутствии на них напряжения и остаточного заряда.

Рабочее напряжение и остаточный заряд должны быть также сняты с других объектов (других частей объектов испытаний и измерений), если не исключено прикосновение или приближение к ним, или эти объекты должны быть на время подготовки и проведения испытаний ограждены.

4.1.7. Сборку и разборку испытательных и (или) измерительных цепей следует выполнять при отсутствии на объекте испытания и (или) измерения или его части и на средствах измерения и (или) испытания напряжения и остаточного заряда.

4.1.8. Сборку цепи испытания (измерения) оборудования производит персонал бригады, проводящей испытания (измерения). При этом следует выполнить защитное и рабочее заземление испытательной или

измерительной установки и при необходимости — защитное заземление корпуса испытываемого оборудования. При присоединении испытательной или измерительной установки к сети напряжением 380/220 В на выводе высокого напряжения установки следует установить заземление. Сечение медного заземляющего проводника должно быть не менее 4 мм².

Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм². Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

4.1.9. Снимать заземления, наложенные в электроустановке и препятствующие проведению испытаний или измерений, и накладывать их вновь следует только по указанию руководителя испытаний или измерений.

4.1.10. Соединительный провод между испытываемым оборудованием и испытательной установкой сначала должен быть присоединен к ее заземленному выводу высокого напряжения. Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние, менее указанного в табл. П1.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

4.1.11. Место проведения испытаний или измерений следует ограждать. Ограждение выполняется персоналом бригады, проводящей испытания или измерения. В качестве ограждений могут применяться щиты, барьеры, канаты с подвешенными на них плакатами «Испытания. Опасно для жизни!».

При нахождении объекта испытаний (измерений) и испытательной (измерительной) установки в разных помещениях или местах (участках) наряду с ограждениями выставляется охрана из одного или нескольких проинструктированных работников из состава персонала, проводящего испытания (измерения), с группой по электробезопасности не ниже II, размещенных вне ограждений. Покинуть пост эти работники могут только по указанию руководителя работ по испытаниям (измерениям).

4.1.12. Расстояния между временными ограждениями, выполненными из изоляционных материалов, и токоведущими частями действующих электроустановок, не являющихся объектом испытаний, должны быть не менее указанных ниже при номинальном значении рабочего напряжения:

От 1 до 15 кВ	0,35 м
Свыше 15 до 35 кВ	1,00 м
Свыше 35 до 110 кВ	1,50 м
Свыше 154 кВ	2,00 м
Свыше 220 кВ	2,50 м

4.1.13. Для наблюдения за состоянием цепей испытания (измерения) или объекта испытаний (измерений) при нахождении их в разных помещениях или местах (участках) в случае необходимости в помещении отдельно от руководителя работ по испытаниям (измерениям) или производителя работ разрешается по условиям работы оставаться одному работнику из состава бригады, имеющему группу по электробезопасности не ниже III. Работник должен получить необходимый инструктаж от руководителя (производителя) работ.

4.1.14. На ограждениях, а также в местах расположения частей объектов испытаний (измерений) следует вывешивать знаки (плакаты) безопасности с поясняющими надписями. Снимать знаки безопасности и ограждения следует только после снятия испытательной (измерительной) нагрузки и остаточного заряда.

4.1.15. Перед началом работы с прибором или установкой для испытаний или измерений следует изучить маркировку в части безопасности:

- значение испытательного (измерительного) напряжения;
- род тока;
- число фаз;
- номинальное значение частоты сети (при питании от сети);
- опасность касания (символ);
- зажим заземления и т.п.

4.2. Требования к производственным помещениям

4.2.1. Помещения, предназначенные для испытаний и измерений, должны удовлетворять требованиям санитарных норм и пожарной безопасности и обеспечивать возможность эвакуации персонала при пожарах и авариях.

4.2.2. Освещенность в производственных помещениях должна быть не менее:

Шкал средств измерений (испытаний)	150 лк
Коммутационных аппаратов средств измерений (испытаний)	100 лк
Объектов измерений (испытаний)	50 лк

4.2.3. Помещения для проведения испытаний (измерений) должны иметь:

- водостоки (если испытания проводят с применением проточной воды);
- маслоотводы (если испытывается маслonaполненное оборудование);
- аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием;
- средства пожаротушения;
- средства для оказания первой помощи пострадавшим.

4.3. Требования к производственным площадкам для процессов, выполняемых вне производственных помещений

4.3.1. Рабочие, монтажные и другие площадки, на которых выполняются электрические измерительные и испытательные работы вне про-

изводственных помещений, должны соответствовать требованиям действующих строительных норм и правил, правил и норм, утвержденных органами государственного надзора, норм технологического проектирования.

4.3.2. Проводить испытания и измерения вне помещений при грозе, тумане или атмосферных осадках допускается, если воздействие упомянутых факторов предусмотрено программой испытаний.

4.4. Требования к исходным материалам, заготовкам и полуфабрикатам

4.4.1. При использовании во время электрических измерений и испытаний новых исходных материалов, а также при образовании промежуточных веществ, обладающих опасными и вредными производственными факторами, работники должны быть заранее информированы о правилах безопасного поведения, обучены работе в этих условиях и обеспечены соответствующими средствами защиты.

4.5. Требования к производственному оборудованию (средствам испытаний и измерений)

4.5.1. Объем оснащенности электроустановок системами контроля, техническими средствами измерений и учета электрической энергии должен соответствовать требованиям нормативных актов и обеспечивать контроль за техническим состоянием оборудования.

4.5.2. Применяемые при работе приборы, инструменты, приспособления должны пройти поверку и быть испытаны в соответствии с действующими нормативами и сроками.

4.5.3. Доступные прикосновению металлические и токоведущие части средств испытаний и измерений объектов испытаний (измерений) следует заземлять на время испытаний, при невозможности — ограждать.

4.5.4. Испытательные стенды, предназначенные для испытания и измерений изделий, способных накапливать электрический заряд или имеющих заряжающиеся элементы, следует комплектовать разрядными устройствами.

4.5.5. Испытательные (измерительные) стенды, предназначенные для испытаний (измерений) электрической прочности изоляции, должны иметь устройства для автоматического снятия заряда с объекта испытания при пробое его изоляции и ограничение (при необходимости) тока короткого замыкания в испытательной цепи.

В процессе испытания (измерения) электрической прочности изоляции напряжением, индуктированным в объекте испытаний (измерений), допускается при пробое изоляции снимать с него напряжение вручную.

4.5.6. Блокировка ИС должна быть устроена таким образом, чтобы при открывании двери напряжение с источника испытательной (измерительной) нагрузки (с пунктов подключения) и с объекта испытаний (измерений) снималось полностью, а при открытых дверях подача напряжения на источник испытательной (измерительной) нагрузки (пункт подключения) и на объект испытаний (измерений) была невозможна.

4.5.7. Провода, предназначенные для сборки испытательных, измерительных цепей, должны быть снабжены наконечниками и маркировкой, соответствующей обозначениям на схемах.

Без наконечников и маркировки допускается использовать соединительные провода от выводов источника испытательной (измерительной) нагрузки или пункта подключения к выводам объекта испытаний.

4.5.8. При совместной прокладке проводов под разным напряжением изоляция каждого из них должна выбираться по наибольшему из напряжений. Если такой выбор изоляции является нецелесообразным, то следует прокладывать провода в виде отдельных групп для каждого из значений напряжения.

4.5.9. Значения воздушного электрического зазора и длины пути утечки электрических приборов должны соответствовать значениям, установленным в стандартах или технических условиях на эти приборы.

4.5.10. Перед началом измерения (испытания) следует убедиться в исправности и пригодности зажима для крепления заземления (отсутствии коррозии, оксидной пленки, слоя лака, краски).

4.5.11. Не следует электрически соединять с болтом (винтом, шпилькой) для заземления:

- приборы, аппараты, части комплектных низковольтных устройств, подлежащие заземлению и установленные на заземленных металлических конструкциях, если на их опорных поверхностях предусмотрены защищенные и незакрашенные, защищенные от коррозии места для обеспечения электрического контакта;

- приборы, если болтовые соединения гарантируют электрическую связь токопроводящих частей с величиной электрического сопротивления не более 0,10 Ом относительно элементов для заземления;

- элементы крепления приборов;

- корпуса электроизмерительных приборов, съемные и открывающиеся части приборов.

4.5.12. Электрическое сопротивление, измеряемое между болтом (винтом, шпилькой) для заземления прибора и любой его металлической частью, подлежащей заземлению, не должно превышать 0,10 Ом. Для заземления применяют гибкие провода, скользящие контакты или петли с защищенным токопроводящим покрытием.

4.5.13. При затяжке или отвинчивании винтов не должно возникать перемещения закрепленных неизолированных проводов или ослабления крепления зажимов.

При затяжке винта неизолированные участки провода не должны выскальзывать из-под зажима.

4.5.14. К стационарно установленным приборам должны выполняться позиционные обозначения. Символы и надписи должны выполняться способом, обеспечивающим их сохранность. Позиционные обозначения должны быть размещены возле приборов на стороне монтажа.

4.5.15. Все средства электрических измерений (испытаний) должны эксплуатироваться в условиях, отвечающих требованиям ПУЭ и инструкций заводов-изготовителей на эти средства.

Средства учета электрической энергии должны надежно функционировать при температуре от -15 до $+25^{\circ}\text{C}$.

Для средств учета, не отвечающих этим требованиям, а также на случай более низких температур должен быть предусмотрен их обогрев.

4.5.16. При длительной нагрузке или перегрузке доступные части прибора не должны нагреваться до температуры, представляющей опасность для обслуживающего персонала при прикосновении к ним.

Температура этих частей не должна превышать температуру окружающей среды более чем на: 25°C — для металлических частей, 35°C — для частей из других материалов.

4.5.17. Измерительные приборы (средства испытаний) при работе в условиях длительной нагрузки или перегрузки не должны иметь деформаций, нарушающих безопасность работы с ними.

4.5.18. При необходимости использования грузоподъемных средств при проведении испытаний или измерений должны быть обозначены места для подсоединения грузоподъемных средств и поднимаемая масса. Места присоединения подъемных средств должны быть выбраны с учетом центра тяжести оборудования (его части) так, чтобы исключить возможность повреждения оборудования при подъеме и перемещении и обеспечить удобный подход к ним.

4.5.19. Средства испытаний (измерений) и объекты, которые при испытании (измерении) могут разрушиться и стать источником опасности для работающих, должны быть помещены в кожухи.

4.5.20. Конструкция полупроводниковых преобразователей электроэнергии должна обеспечивать возможность безопасной проверки наличия или отсутствия напряжения указателем напряжения.

Двери шкафов преобразователей должны быть снабжены блокировками, препятствующими открыванию дверей при включенном состоянии преобразователей и их включению при открытых дверях шкафов. Допускается в технически обоснованных случаях применение внутренних зажимов, открывающихся специальными ключами.

На двери шкафа преобразователя должна быть укреплена табличка со знаком безопасности «Осторожно! Электрическое напряжение».

4.5.21. У масляных трансформаторов зона выброса масла не должна захватывать места расположения приборов, требующих обслуживания при эксплуатации.

4.5.22. При измерении (испытании) электрического сопротивления изоляции подшинников на турбогенераторах, гидрогенераторах, синхронных компенсаторах присоединение мегаомметра напряжением $1\,000\text{ В}$ должно осуществляться к специальным конструктивным элементам.

4.5.23. Элементы конструкции оборудования, средств измерений (испытаний) не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющих опасность травмирования работающих, если их наличие не определяется функциональным назначением этих элементов.

4.5.24. Оборудование, средства измерения (испытания) должны быть выполнены так, чтобы воздействие на работающих вредных излучений было исключено или ограничено безопасными уровнями.

При использовании лазерных устройств необходимо исключить непреднамеренное излучение, экранировать лазерные устройства так, чтобы была исключена опасность для здоровья работающих.

4.5.25. Средства измерения (испытания) и оборудование должны быть выполнены так, чтобы исключалась возможность накопления зарядов статического электричества, превышающего допустимый уровень, и исключалась возможность пожара и взрыва.

4.5.26. Периодический осмотр и профилактическое обслуживание средств испытаний или измерений и учета электрической энергии, надзор за их состоянием, проверка, ремонт и испытание должны быть организованы в каждой организации и проводиться метрологической службой в соответствии с государственными стандартами.

4.6. Требования к размещению производственного оборудования и организации рабочих мест

4.6.1. Установка и расположение стационарных средств электрических испытаний (измерений) и счетчиков электрической энергии должны выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ.

4.6.2. Передвижные ИС, имеющие части, находящиеся под напряжением до 1000 В и выше 1000 В, должны находиться в разных помещениях или отсеках ИС. Помещения или отсеки должны быть отделены дверью с блокировкой или сигнализацией.

4.6.3. Объект испытаний (измерений) должен находиться в прямой видимости с пульта управления ИС.

В противном случае между персоналом, работающим на пульте и у объекта испытаний (измерений), следует устанавливать телефонную связь или звуковую сигнализацию.

4.6.4. Рабочие места персонала, обслуживающего передвижные ИС, имеющие помещения (отсеки), должны быть оборудованы подводом напряжения до 1000 В в помещении (отсеке), где установлены части средств испытания (измерения).

4.6.5. При проведении испытаний (измерений) вне ИС вокруг объектов и средств испытаний (измерений) следует устанавливать временные ограждения и заземления при отсутствии постоянных. Временные ограждения необходимо устанавливать при испытаниях (измерениях) на ИС в случаях, если программой или методикой испытаний (измерений), инструкцией по эксплуатации стендов или инструкцией по охране труда предусматривается присутствие персонала на испытательном (измерительном) поле после подачи испытательной (измерительной) нагрузки.

4.6.6. При наличии в ИС нескольких пунктов подключения снятие напряжения со всех пунктов подключения должно быть обеспечено коммутационными отключающими аппаратами, управляемыми одним командным импульсом.

4.6.7. В стационарных ИС допускается применение двух последовательно включенных коммутационных аппаратов без видимого разрыва при наличии световой сигнализации, указывающей на отключенное состояние обоих аппаратов.

Коммутационный аппарат в цепи питания стенда на время проведения испытаний (измерений) должен быть размещен на месте управления испытаниями (измерениями).

4.6.8. В цепи питания ИС или в цепи пункта подключения должен быть аппарат с видимым разрывом.

4.6.9. При необходимости следует различать провода по функциональному назначению цепей, в которых они использованы, и применять различные расцветки изоляции:

- красную (оранжевую, розовую) — для проводов измерения переменного тока;
- синюю (фиолетовую) — для проводов измерения постоянного тока;
- зелено-желтую двухцветную (зеленую) — для проводов и шин в цепях заземления;
- голубую (серую, белую) — для проводов и шин, соединенных с нулевым и нейтральным проводом и не предназначенных для заземления.

Цвета, указанные вне скобок, являются предпочтительными.

4.6.10. Провода и шины должны прокладываться таким образом, чтобы обеспечивался свободный доступ к приборам и их зажимам. Их прокладка может выполняться с лицевой или задней стороны панелей и блоков.

4.6.11. Изоляция жил кабелей должна иметь отличительную расцветку или цифровые обозначения. Изоляция жилы заземления должна отличаться от остальных жил расцветкой.

4.6.12. Для исключения возможности электрического перекрытия с объектов на оборудование объекты и средства испытаний (измерений) следует ограждать. Допускается вместо ограждений применение сигнализации.

4.6.13. Металлические ограждения испытательных (измерительных) полей должны быть заземлены.

4.6.14. Высота постоянных ограждений должна быть не менее 1,7 м. Двери в постоянных ограждениях должны открываться наружу или раздвигаться.

Замки дверей должны быть самозапирающимися и изнутри открываться без ключа (ручкой). Рядом с дверью устанавливается световое табло, указывающее на наличие напряжения на испытательном (измерительном) поле.

4.6.15. Высота временных ограждений, выполненных в виде жестких щитов, ширм и т.д., должна быть не менее 1,8 м.

4.6.16. Расстояния от токоведущих частей средств и объектов испытаний (измерений) до временных ограждений, выполненных в виде сплошных жестких щитов из изоляционных материалов, а также стен из изоляционных материалов, должны быть вдвое больше приведенных в п. 4.1.12.

При использовании в качестве временных ограждений канатов (лент) из изоляционного материала вышеуказанные расстояния должны быть втрое больше приведенных в предыдущем пункте, но не менее 1 м.

Указанные требования не распространяются на временные ограждения токоведущих частей действующих электроустановок, не являющих-

ся объектом испытаний (измерений) и находящимся во время испытаний под рабочим напряжением.

4.6.17. Провод, соединяющий источник испытательной (измерительной) нагрузки с объектом испытаний (измерений), должен быть закреплен так, чтобы исключалась возможность его приближения к находящимся под рабочим напряжением токоведущим частям. Такие расстояния должны быть не менее указанных ниже при номинальном значении рабочего напряжения:

От 1 до 15 кВ включительно	0,7 м
Свыше 15 до 35 кВ включительно	1,0 м
Свыше 35 до 110 кВ включительно	1,5 м
Свыше 154 кВ	2,0 м
Свыше 220 кВ	2,5 м

4.6.18. Расстояния от токоведущих частей объектов и средств испытаний (измерений) до постоянных заземленных ограждений и других заземленных элементов должны быть не менее указанных ниже:

при испытательных напряжениях (импульсное максимальное значение):

От 1 до 100 кВ	0,50 м
Свыше 100 до 150 кВ	0,75 м
Свыше 150 до 400 кВ	1,00 м
Свыше 400 до 600 кВ	1,50 м
Свыше 600 до 1 000 кВ	2,50 м
Свыше 1 000 до 1 500 кВ	4,50 м
Свыше 1 500 до 2 000 кВ	5,00 м
Свыше 2 000 до 2 500 кВ	6,00 м

при испытательных напряжениях промышленной частоты (действующее значение) и постоянного тока:

От 1 до 6 кВ	0,17 м
Свыше 6 до 10 кВ	0,23 м
Свыше 10 до 20 кВ	0,30 м
Свыше 20 до 50 кВ	0,50 м
Свыше 50 до 100 кВ	1,00 м
Свыше 100 до 250 кВ	1,50 м
Свыше 250 до 400 кВ	2,50 м
Свыше 400 до 800 кВ	4,00 м

4.6.19. При организации рабочего места должно быть обеспечено безопасное передвижение работника (а также посторонних лиц), быстрая их эвакуация в экстренных случаях, а также кратчайший подход к рабочему месту.

Рабочие места должны создаваться с учетом требований, необходимых для свободного и безопасного выполнения трудовых операций, с учетом размеров используемых приборов, инструментов и приспособлений.

4.6.20. Размеры рабочего места и размещение его элементов должны обеспечивать выполнение рабочих операций в удобных позах и не затруднять движений работающих.

Если расположение рабочего места вызывает необходимость перемещения и (или) нахождения работника выше уровня пола, то должны предусматриваться площадки, лестницы, перила и другие устройства, размеры и конструкция которых должны исключать возможность падения работающих и обеспечивать удобное и безопасное выполнение трудовых операций.

4.6.21. При необходимости размещения отдельных частей средств испытаний (измерений) над местами прохода людей указанные части должны иметь снизу постоянные ограждения, расположенные на высоте не менее 2,5 м.

При испытаниях (измерениях) вне ИС такие ограждения могут быть временными.

4.6.22. Для обеспечения удобного, возможно близкого подхода к столу, станку, машине должно быть предусмотрено пространство для размещения стоп работников размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине.

4.6.23. Аварийные органы управления следует располагать в зоне досягаемости для работников. Необходимо предусмотреть специальные средства опознавания и предотвращения их непроизвольного или самопроизвольного включения.

4.6.24. Шкала каждого измерительного прибора должна находиться на высоте от уровня пола:

при работе стоя — от 1000 до 1800 мм;

при работе сидя — от 700 до 1400 мм.

4.6.25. При работе стоя на рабочем месте должны обеспечиваться прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15°. Обеспечение оптимального положения работающего должно обеспечиваться:

- регулированием высоты рабочей поверхности;
- подставками для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности.

4.6.26. При работе сидя на рабочем месте должны учитываться антропологические показатели работающего и обеспечено оптимальное положение тела, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног;
- высоты сиденья и подставки для ног.

При невозможности регулирования высоты рабочей поверхности и подставки для ног допускается проектировать и изготавливать оборудование с нерегулируемыми параметрами рабочего места, обеспечивающими оптимальное положение тела работника.

4.6.27. Расположение приборов, приспособлений и устройств должно обеспечивать:

- удобство и безопасность обслуживания;
- удобство наблюдений;
- удобство установки, а также подключения внешних соединений;
- исключение возможности взаимного влияния (переброс электрической дуги; передача механических сотрясений, вызывающих ложные срабатывания и разрегулировку приборов; взаимная индуктивность и т.д.);

- доступ к контактным соединениям;
- удобство ремонта и замены изнашивающихся частей.

4.6.28. При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не допускать перекрещивания рук.

4.6.29. Средняя высота расположения средств отображения информации должна соответствовать следующим значениям:

Для женщин	1 320 мм
Для мужчин	1 410 мм
Для женщины и мужчины	1 365 мм

4.6.30. При подготовке к выполнению работ:

- очень часто (две и более операций в минуту) используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости — под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости;

- часто (менее двух операций в минуту) используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания показаний, допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости — под углом $\pm 30^\circ$ от сагиттальной плоскости;

- редко используемые (не более двух операций в час) средства отображения информации допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 60^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости — под углом $\pm 60^\circ$ от сагиттальной плоскости (при движении глаз и повороте головы).

Для стрелочных индикаторов допускается угол отклонения от нормальной линии взгляда не более 25° .

4.6.31. Испытательные (измерительные) стенды должны быть укомплектованы схемами испытательных (измерительных) цепей.

4.6.32. В электрических схемах цепей питания ИС, присоединяемых к сетям напряжением 380/220 В, должны устанавливаться предохранители или автоматические выключатели.

4.6.33. В целях безопасности проведения работ применять коммутационные аппараты без обозначения фаз (полюсов) источников питания не допускается.

4.6.34. Испытательные (измерительные) стенды должны иметь устройство для подачи звукового сигнала.

Работа без звукового сигнала допускается, если сигнал, поданный с места управления испытаниями (измерениями) голосом (жестом), слышен (виден) на рабочих местах персонала, участвующего в испытаниях (измерениях).

4.6.35. Световая сигнализация в цепи питания ИС должна быть выполнена так, чтобы при включенных двух последовательных коммутационных аппаратах без видимого разрыва (при наличии световой сигнализации) горели лампы красного, а при отключенных — зеленого цвета.

4.6.36. При проведении испытаний (измерений) с помощью бесконтактных переносных средств измерений расстояние между токоведущи-

ми частями объекта испытаний и других объектов, находящихся под напряжением, и землей (заземленными конструкциями) должно исключать возможность электрического пробоя.

4.6.37. Соединения приборов, устанавливаемых на открывающихся частях, с приборами, устанавливаемыми на неподвижных частях, должны выполняться гибким проводом.

4.6.38. При креплении гибких шнуров приборов в местах присоединений следует исключать их натяжение и скручивание.

4.6.39. Приборы измерения и сигнализации на шкафах комплектных трансформаторных подстанций (КТП) должны располагаться с фасадной стороны. Приборы, устанавливаемые на трансформаторе и на шкафах, должны располагаться так, чтобы наблюдение за их показаниями могло вестись с фасадной стороны КТП.

4.6.40. Применяемые в КТП приборы должны быть выбраны и установлены так, чтобы вызываемые нормальными условиями их работы усилия, нагрев, электрическая дуга или искры и выбрасываемые из аппарата газы или масло не могли причинить вреда обслуживающему персоналу.

4.7. Требования к способам хранения и транспортирования исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства

4.7.1. Приборы, приспособления, устройства, предназначенные для проведения электрических измерений (испытаний), должны храниться в специально отведенных помещениях (местах) и регистрироваться в специальном журнале.

4.7.2. Перемещение приборов, устройств массой более 20 кг должны производиться с помощью подъемно-транспортных устройств и средств механизации. Предельно допустимый груз для женщин не должен превышать 10 кг при чередовании с другой работой.

4.7.3. Для проведения погрузочно-разгрузочных работ, транспортирования приборов, устройств могут применяться электропогрузчики, электротельферы, мостовые краны, электрокары, автомашины.

4.7.4. Водители механизмов и грузоподъемных машин при работах в электроустановках должны иметь группу по электробезопасности не ниже II, а стропальщики — группу I.

4.7.5. При транспортировании приборов, устройств для проведения электрических измерений (испытаний) на тележках или электрокарах следует обеспечивать условия, исключающие возможность сколов и других механических повреждений перевозимых грузов.

4.7.6. Транспортирование вредных и пожароопасных веществ следует осуществлять в безопасной таре на специальных тележках.

4.8. Требования к средствам защиты

4.8.1. Электрозащитные средства включают в себя устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках. К ним относятся указатели напряжения для проверки совпадения фаз, устройства для прокола ка-

беля, устройства определения разности напряжений в транзите, указатели повреждения кабелей, изолирующие измерительные штанги, электроизмерительные штанги, электроизмерительные клещи и др. Средства защиты, используемые при проведении испытаний и измерений, должны соответствовать требованиям соответствующих государственных стандартов и требованиям Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

4.8.2. Ответственность за своевременное обеспечение персонала и комплектование электроустановок испытанными средствами защиты, организацию надлежащего хранения, учета, периодических испытаний, изъятие непригодных средств несут начальник цеха, службы, подстанции, участка сети, мастер участка, в ведении которого находятся электроустановки или рабочие места, а в целом по организации — главный инженер или ответственный за электрохозяйство.

4.8.3. Если назначение оборудования и средств измерений (испытаний) и условия их эксплуатации не могут исключить контакт работающего с переохлажденными, горячими частями, измерением электромагнитных полей выше предельно допустимых уровней, то следует использовать средства индивидуальной защиты.

4.8.4. Работники, получившие средства защиты в индивидуальное пользование, отвечают за их правильную эксплуатацию и своевременную отбраковку.

4.8.5. Конструкция средств защиты должна обеспечивать возможность контроля выполнения ими своего назначения до начала и в процессе использования.

Средства защиты должны выполнять свое назначение непрерывно при функционировании оборудования и средств измерений и при возникновении опасной ситуации. Действие средств защиты не должно прекращаться раньше, чем закончится действие соответствующих опасных или вредных производственных факторов.

4.8.6. При использовании в процессе испытаний (измерений) электрозащитных средств не допускается касаться рабочей и изолирующей частей за ограничительным кольцом или упором.

4.8.7. Минимальные размеры штанг для установки заземления в лабораторных и испытательных установках должны быть:

Изолирующей части штанги	Не менее 700 мм
Рукоятки	300 мм

5. Требования безопасности во время работы

5.1. Испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника

5.1.1. Для обеспечения защиты от поражения при случайном прикосновении к токоведущим частям действующей электроустановки или частям, находящимся под измерительным или испытательным напряжением, необходимы следующие способы и средства защиты:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);

- безопасное расположение токоведущих частей;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- изоляция токоведущих частей (рабочая, при испытаниях и измерениях, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

5.1.2. Для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях со снятием напряжения в электроустановке следует выполнять:

- отключение электроустановки (части установки) от источника питания;
- механическое запираание приводов коммутационных аппаратов;
- снятие предохранителей;
- отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения на рабочее место;
- проверку отсутствия напряжения;
- заземление отключенных токоведущих частей (наложение переносных заземлений, включение заземляющих ножей);
- ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры должны быть вывешены запрещающие плакаты.

5.1.3. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание, уравнивание потенциалов;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое (не более 25 В) напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства защиты применяют отдельно или комбинированно для обеспечения оптимальной защиты.

5.1.4. Требования безопасности при выполнении конкретных видов измерений и испытаний определяются:

- стадией существования продукции (изготовление, монтаж, эксплуатация, ремонт);
- размещением объекта измерений и испытаний (в том числе на ИС или вне его);

• наличием или отсутствием необходимости осуществлять контакт средств испытаний и (или) средств измерений с объектом измерений или испытаний (см. пп. 1.6, 1.7).

5.1.5. При проведении электрических измерений и испытаний должен быть устранен непосредственный контакт работающего с узлами и элементами, оказывающими опасное и вредное воздействие.

5.1.6. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью приведены в полной редакции ТИ Р М-074—2002.

5.1.7. Безопасность проведения измерительных и испытательных работ должна обеспечиваться защитой от возможных отрицательных воздействий природного характера и погодных условий.

5.1.8. Опасные зоны на территории организации, в производственных зданиях и сооружениях, на рабочих площадках, рабочих местах, должны быть обозначены соответствующими знаками безопасности.

5.1.9. Каждый работник, если он сам не может принять меры к устранению нарушений требований настоящей инструкции, обязан немедленно сообщить непосредственному, а в случае его отсутствия — вышестоящему руководителю обо всех замеченных им нарушениях, неисправностях оборудования, применяемых при работе механизмов, приспособлений, приборов, инструментов и средств защиты, представляющих собой опасность для работников.

5.1.10. При несчастных случаях с людьми снятие напряжения для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока должно быть произведено немедленно без предварительного разрешения.

5.1.11. При проведении испытаний (измерений) присоединение измерительных приборов, а также установка и снятие электросчетчиков для их проверки выполняются после снятия напряжения.

5.1.12. Присоединение и отсоединение средств испытаний и измерений на объектах испытаний (измерений), имеющих движущиеся части, необходимо выполнять после полной остановки этих частей. Одновременно необходимо предотвращать непредусмотренный пуск таких объектов во время выполнения соединений.

5.1.13. Кабели и кабельная арматура измерительных и испытательных цепей, к которым предъявляются требования по пожарной безопасности, должны удовлетворять требованию нераспространения горения.

Конструкция и характеристики оболочек, экранов и брони кабелей, проводов и других материалов и средств, используемых в работе, должны обеспечивать электро- и пожаробезопасность эксплуатации при нормальных и аварийных режимах работы.

5.1.14. Воздушные зазоры между токоведущими частями объекта испытаний (измерений), находящимися под испытательным или измерительным напряжением, и токоведущими частями того же объекта, находящимися под рабочим напряжением, должны быть не менее приведенных ниже при номинальном значении рабочего напряжения:

6 кВ	0,125 м
10 кВ	0,150 м
15 кВ	0,200 м
20 кВ	0,250 м
35 кВ	0,500 м

5.1.15. При наличии факторов, снижающих прочность изоляции средств испытаний или измерений (ионизация, высокая температура, влажность, копоть, пыль, токопроводящие продукты гашения дуги и т.д.), расстояния утечки и электрические зазоры следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить безопасность работы персонала.

5.1.16. Присоединение соединительного провода к испытываемому (измеряемому) оборудованию или к кабелю (шине, проводу и т.п.) и отсоединение его следует производить только после их заземления и по указанию работника, руководящего проведением испытания (измерения).

5.1.17. Руководитель (производитель) работ перед измерением или испытанием обязан проверить правильность сборки цепи и надежность работников и защитных заземлений.

5.1.18. Присоединение испытательной или измерительной установки к сети напряжением 380/220 В следует производить через коммутационный аппарат, обеспечивающий видимый разрыв цепи, или через штепсельный разъем, установленный в месте управления установкой.

5.1.19. Перед каждым включением испытательной (измерительной) установки руководитель (производитель) работ обязан:

- проверить местонахождение каждого члена бригады;
- удалить посторонних лиц;
- предупредить всех членов бригады о подаче напряжения словами:

«Подаю напряжение»;

- убедиться, что предупреждение услышано всеми членами бригады;
- снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220 В.

При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем коврике.

С момента подачи напряжения не допускается производить какие-либо пересоединения на испытательной (измерительной) схеме и испытываемом оборудовании.

5.1.20. К испытаниям (измерениям) можно приступать, только убедившись в отсутствии людей, работающих на той части электроустановки, к которой должен быть присоединен испытательный (измерительный) прибор. Перед началом испытаний или измерений необходимо запретить лицам, находящимся вблизи испытательного (измерительного) прибора, прикасаться к его токоведущим частям или частям, находящимся под испытательным (измерительным) напряжением электроустановки, а при необходимости — выставить охрану.

5.1.21. Подавать испытательное (измерительное) напряжение на объект испытаний (измерений) следует после удаления персонала с испытательного (измерительного) поля (за исключением предписанного в п. 4.1.11) и предварительного оповещения звуковым сигналом.

Любому персоналу не разрешается находиться на испытываемом оборудовании (объекте измерений) во время проведения испытаний (измерений).

5.1.22. За персоналом, находящимся на испытательном (измерительном) поле после подачи испытательной (измерительной) нагрузки, необходимо осуществлять непрерывное наблюдение.

5.1.23. В период проведения испытаний (измерений) на оборудовании, электроустановке, находящихся под испытательным (измерительным) напряжением, не допускается проводить на них ремонтные, монтажные и наладочные работы.

5.1.24. В соответствии с требованиями электробезопасности за персоналом, работающим с переносными средствами измерений (испытаний) на высоте, необходимо непрерывное наблюдение с земли (поля).

5.1.25. Кратковременный электрический контакт средств измерений (испытаний) с объектом испытаний (измерений) следует проводить гибкими проводами, оканчивающимися щупами.

5.1.26. Испытания (измерения) изоляции линии, которая может быть запитана с двух сторон, можно проводить только после того, как получено сообщение ответственного лица электроустановки, присоединенной к другому концу этой линии, по телефону (нарочным) о том, что коммутационная аппаратура (линейные разъединители, выключатель) отключены и вывешен плакат «Не включать! Работают люди».

5.1.27. При испытаниях кабельной линии (КЛ), если ее противоположный конец расположен в запертой камере, отсеке комплектного распределительного устройства (КРУ) или в помещении, на дверях или ограждении должен быть вывешен предупреждающий плакат «Испытание. Опасно для жизни!». Если двери и ограждения не заперты либо испытанию подвергается ремонтируемая линия с разделанными на трассе жилами кабеля, помимо вывешивания плакатов у дверей, ограждений и разделанных жил кабеля, должна быть выставлена охрана из членов бригады, имеющих II группу, или дежурного персонала.

5.1.28. Испытывать или прожигать кабели следует со стороны пунктов, имеющих заземляющие устройства.

5.1.29. По окончании испытаний производитель работ обязан:

- снизить напряжение испытательной (измерительной) установки до нуля;
- отключить установку от питающей ее сети;
- заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами: «Напряжение снято».

Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

При работе на КЛ и воздушных линиях (ВЛ) электропередачи снимать ограждения и плакаты разрешается, только убедившись в полном отсутствии заряда.

5.1.30. Снятие напряжения и остаточного заряда с испытываемого объекта и средств измерений и предупреждение появления на них напряжения необходимо обеспечивать:

- отключением источников питания (внешних и внутренних);
- разрядкой заряжающихся элементов (фильтров, накопительных емкостей и др.);
- заземлением выводов и других доступных прикосновению токоведущих частей;
- блокировкой.

После испытания оборудования со значительной емкостью (кабели, генераторы) остаточный заряд должен быть снят специальной разрядной штангой.

5.1.31. Массовые испытания (измерения) средств защиты, изоляционных деталей и т.д., которые проводятся вне действующих электроустановок с использованием стендов, у которых токоведущие части закрыты сплошным или сетчатым ограждением, а двери снабжены блокировкой, могут выполняться работником с группой по электробезопасности не ниже III единолично в порядке текущей эксплуатации.

5.2. Работы электроизмерительными клещами, измерительными штангами и указателями напряжения

5.2.1. В электроустановках напряжением выше 1 000 В работу с электроизмерительными клещами должны проводить два работника: один — имеющий IV группу (из числа оперативного персонала), другой — имеющий III группу (может быть из числа ремонтного персонала). При измерении следует пользоваться диэлектрическими перчатками. Не допускается наклоняться к прибору для снятия показаний.

5.2.2. В электроустановках напряжением до 1 000 В работать с электроизмерительными клещами допускается одному работнику, имеющему III группу, не пользуясь диэлектрическими перчатками.

5.2.3. Не допускается работать с электроизмерительными клещами, находясь на опоре ВЛ.

5.2.4. При измерениях в ячейках работающие должны принять меры, исключающие приближение к токоведущим частям на расстояния, менее указанных в табл. III, и прикосновение оператора к металлическим конструкциям, а соединительного провода — к токоведущим частям и заземленным конструкциям. Провод должен находиться на расстоянии не менее 0,7 м от оператора.

5.2.5. При работе с клещами для измерений в цепях напряжением выше 1 000 В не допускается применять выносные приборы, переключать пределы измерений, не снимая клещей с токоведущих частей. Клещи при проведении измерений следует держать на весу.

5.2.6. Работа с изолирующими клещами на напряжение более 1 кВ должна производиться в сухую погоду. Производить работу при тумане, снегопаде и дожде не допускается.

5.2.7. Клещи на напряжение ниже 1 кВ при работе необходимо держать на вытянутой руке, подальше от токоведущих частей. Клещи на напряжение выше 1 кВ следует держать только за рукоятку. Касание изолирующей части клещей не допускается.

5.2.8. Работу с измерительными штангами должны проводить не менее двух работников: один — имеющий IV группу, остальные — III группу.

Подниматься на конструкцию или телескопическую вышку, а также спускаться с нее следует без штанги.

Работа должна проводиться по наряду даже при единичных измерениях с использованием опорных конструкций или телескопических вышек. Работа со штангой допускается без применения диэлектрических перчаток.

5.2.9. Исправность указателя напряжения перед началом работы необходимо проверять с помощью специального приспособления (например, типа ППУ-2) или прикосновением контактного электрода к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.

Не допускается проверять исправность указателей на свече автомашины.

Не допускается применение «контрольных» ламп для проверки отсутствия напряжения.

5.2.10. Исправность указателей напряжения для проверки совпадения фаз должна проверяться на рабочем месте путем двухполюсного подключения указателя к земле и фазе или к двум фазам. Сигнальная лампа исправного указателя должна ярко светиться.

5.2.11. Работа указателя напряжения для проверки совпадения фаз обеспечивается только при двухполюсном его подключении к электроустановке. Применение диэлектрических перчаток при пользовании такими указателями обязательно.

5.2.12. Во избежание неправильных показаний при пользовании однополюсными указателями напряжения до 1000 В не следует применять диэлектрические перчатки.

5.2.13. Не допускается использование указателя напряжения, если нарушено пломбирование рабочей части.

5.2.14. При работе с указателями напряжения их следует держать за рукоятку в пределах ограничительного кольца. В наружных установках указателем напряжения можно пользоваться только в сухую погоду. В сырую погоду следует применять указатели специальной конструкции.

5.2.15. При проверке наличия или отсутствия напряжения указатели не должны заземляться. Исключение составляют указатели типов УВН-10, используемые на опорах ВЛ (кроме металлических) или телескопических вышках. В этом случае рабочая часть указателей должна быть заземлена (за исключением случаев работы с металлических опор) независимо от наличия заземляющего спуска на опоре и заземления шасси телескопической вышки. Заземление рабочей части следует производить гибким медным проводом сечением 4 мм². Заземляющий проводник следует присоединять к штырю, заглубленному в грунт на глубину не менее 0,5 м.

Допускается присоединение заземляющего провода к заземленному спуску переносного заземления проводов ВЛ и к заземляющему спуску опор ВЛ. При проверке отсутствия напряжения и наложении защитного заземления нельзя прикасаться к заземляющему спуску или проводу и к заземлителю.

5.2.16. При работе с указателем напряжения импульсного типа импульсная вспышка лампы происходит через 1...2 с (после заряда конденсатора до напряжения индикации лампы).

Длительность прикосновения указателя к проверяемому участку токоведущей части (при отсутствии сигнала) — не менее 10 с.

5.2.17. В электроустановках на определенное напряжение не должен срабатывать элемент индикации от влияния соседних цепей того же напряжения.

5.2.18. При пользовании сигнализаторами наличия напряжения, размещаемыми в кармане куртки, на каске, следует помнить, что отсутствие сигнала не является признаком отсутствия напряжения. Работоспособность сигнализатора следует проверять в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

5.3. Работы с импульсным измерителем линий

5.3.1. Присоединять импульсный измеритель линий допускается только к отключенной и заземленной ВЛ. Присоединение следует выполнять в следующем порядке:

- соединительный провод сначала необходимо присоединить к заземленной проводке импульсного измерителя (идущей от защитного устройства), а затем с помощью изолирующих штанг — к проводу ВЛ. Штанги, которыми соединительный провод подсоединяется к ВЛ, на время измерения должны оставаться на проводе линии. При работе со штангами следует пользоваться диэлектрическими перчатками;

- снять заземление с ВЛ на том конце, где присоединен импульсный измеритель. При необходимости допускается снятие заземлений и на других концах проверяемой ВЛ. После снятия заземлений с ВЛ соединительный провод, защитное устройство и проводка к нему должны считаться находящимися под напряжением и прикасаться к ним не разрешается;

- снять заземление с проводки импульсного измерителя.

5.3.2. Присоединение проводки импульсного измерителя к ВЛ с помощью изолирующих штанг должен выполнять оперативный персонал, имеющий IV группу, или персонал лаборатории под наблюдением оперативного персонала.

Подключение импульсного измерителя через стационарную коммутационную аппаратуру к уже присоединенной к ВЛ стационарной проводке и измерения могут проводить единолично оперативный персонал или по распоряжению — работник, имеющий IV группу, из персонала лаборатории.

5.3.3. По окончании измерений ВЛ должна быть снова заземлена, и только после этого допускается снять изолирующие штанги с соединительными проводами сначала с ВЛ, а затем с проводки импульсного измерителя.

5.3.4. Измерения импульсным измерителем, не имеющим генератора импульсов высокого напряжения, допускаются без удаления с ВЛ работающих бригад.

5.4. Работы с мегаомметром

5.4.1. Измерения мегаомметром в процессе эксплуатации разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнического персонала. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения

производятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В — по распоряжению.

В тех случаях, когда измерения мегаомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

Измерять сопротивление изоляции мегаомметром может один работник, имеющий III группу.

5.4.2. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

5.4.3. При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках напряжением выше 1000 В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

5.4.4. При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

5.4.5. Измерения мегаомметром не допускаются в следующих случаях:

- на одной цепи двухцепных линий напряжением выше 1000 В, если другая цепь в это время находится под напряжением;
- на одноцепной линии, если она проходит параллельно с работающей линией напряжением выше 1000 В;
- в период приближения или во время грозы и дождя.

5.4.6. Измерения сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ следует производить в сухую погоду, в период наибольшего просыхания грунта.

5.5. Работы с электросчетчиками и измерительными приборами

5.5.1. Записывать показания электросчетчиков и других измерительных приборов, установленных на щитах управления и в распределительных устройствах (РУ), разрешается единолично работникам из числа оперативного персонала с группой по электробезопасности не ниже II при наличии постоянного оперативного персонала (с дежурством двух лиц) и с группой по электробезопасности не ниже III — без постоянного оперативного персонала.

5.5.2. Установку и снятие измерительных приборов, подключенных к измерительным трансформаторам, электросчетчиков, следует производить по наряду со снятием напряжения двум работникам, из которых один должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, а второй — не ниже III.

При наличии испытательных блоков или специальных зажимов, позволяющих безопасно закорачивать токовые цепи, указанные работы могут выполняться по распоряжению.

5.5.3. Установка и снятие электросчетчиков разных присоединений, расположенных в одном помещении, могут производиться по одному наряду (распоряжению) без оформления перехода с одного рабочего места на другое.

5.5.4. Для обеспечения безопасности работ, проводимых в цепях измерительных приборов, все вторичные обмотки измерительных трансформаторов тока и напряжения должны иметь постоянное заземление.

При необходимости разрыва токовой цепи измерительных приборов цепь вторичной обмотки трансформатора тока предварительно закорачивается на специально предназначенных для этого зажимах.

В цепях между трансформатором тока и зажимами, где установлена закоротка, производить работы, которые могут привести к размыканию цепи, не допускается.

5.5.5. При производстве работ на трансформаторах тока или в их вторичных цепях необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- цепи измерений и защиты присоединять к зажимам указанных трансформаторов тока после полного окончания монтажа вторичных схем;
- при проверке полярности приборы, которыми она производится, до подачи импульса тока в первичную обмотку надежно присоединить к зажимам вторичной обмотки.

5.6. Работы по измерению напряженности электрического поля

5.6.1. При измерении напряженности электрического поля необходимо соблюдать допустимые расстояния от оператора, производящего измерения, и измерителя (датчика) до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Измерения напряженности электрического поля должны производиться:

- при работах без подъема на оборудование и конструкции — на высоте 1,8 м от поверхности земли, плит кабельного канала (лотка), площадки обслуживания оборудования или пола помещения;
- при работах с подъемом на оборудование и конструкции — на высоте 0,5; 1,0 и 1,8 м от пола площадки рабочего места (например, пола люльки подъемника) и на расстоянии 0,5 м от заземленных токоведущих частей оборудования.

Измерения напряженности (индукции) магнитного поля должны производиться на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от пола площадки рабочего места, земли, пола помещения, настила переходных мостиков и т.п., а при нахождении источника магнитного поля под рабочим местом — дополнительно на уровне пола площадки рабочего места.

5.6.2. Измерения напряженности (индукции) магнитного поля должны проводиться при максимальном рабочем токе электроустановки или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток ($I_{\max}$) путем умножения измеренных значений на отношение $I_{\max}/I$, где I — ток в источнике магнитного поля в момент измерения.

Напряженность (индукция) магнитного поля измеряется в производственных помещениях с постоянным пребыванием персонала, располо-

женных на расстоянии менее 20 м от токоведущих частей электроустановок, в том числе отделенных от них стеной.

Результаты измерений фиксируются в журнале или оформляются в виде протокола.

5.6.3. Измерения напряженности электростатических полей, создаваемых диэлектрическими материалами, разрешается проводить при отсутствии в помещении и технологическом процессе легковоспламеняющихся жидкостей.

5.6.4. В случае необходимости проведения измерений напряженности электростатических полей во взрывоопасных средах необходимо обеспечить электростатическую искробезопасность объектов за счет создания условий, предупреждающих возникновение разрядов статического электричества, способных стать источником возгорания объекта или окружающей и проникающей в него среды, в частности путем снижения чувствительности объектов, окружающей и проникающей в них среды к зажигающему воздействию статического электричества.

5.6.5. Предотвращение образования в горючей среде источников возгорания при измерениях должно обеспечиваться применением электрооборудования и приборов, соответствующих классу пожаровзрывоопасности помещения или наружной установки, группе и категории взрывоопасной смеси, требованиям электростатической искробезопасности, регламентацией максимально допустимой энергии искрового разряда в горючей среде.

6. Требования безопасности в аварийных ситуациях

6.1. В случае возникновения аварийной ситуации (несчастного случая, пожара, стихийного бедствия) следует немедленно прекратить работу и сообщить о ситуации вышестоящему оперативному персоналу.

6.2. В случаях, не терпящих отлагательств, следует выполнить необходимые переключения в электроустановке с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала.

6.3. В случае возникновения пожара:

6.3.1. Оповестить всех работающих в производственном помещении и принять меры к тушению очага возгорания. Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, следует тушить углекислотными огнетушителями.

6.3.2. Принять меры к вызову на место пожара своего непосредственного руководителя или других должностных лиц.

6.3.3. В соответствии с оперативной обстановкой следует действовать согласно местному оперативному плану пожаротушения.

6.4. При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую (доврачебную) медицинскую помощь и сообщить непосредственному руководителю о несчастном случае.

При освобождении пострадавшего от действия электрического тока необходимо следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или под шаговым напряжением.

7. Требования безопасности по окончании работы

7.1. По окончании работы необходимо:

- отключить испытательное (измерительное) оборудование;
- в случае полного окончания испытаний отсоединить провода от испытательной установки и снять ограждения;
- весь инструмент, приспособления, приборы и средства защиты привести в надлежащий порядок и разместить в специальных шкафах и на стеллажах;
- доложить о завершении работ вышестоящему оперативному (дежурному) персоналу и оформить окончание работ росписью в оперативном журнале;
- снять спецодежду, убрать ее и другие средства индивидуальной защиты в шкаф для рабочей одежды;
- умыться или принять душ.

7.2. Использованный в работе обтирочный материал должен быть собран в специальный ящик с плотно закрывающейся крышкой. Утилизацию отходов следует проводить в специально отведенных местах, согласованных со службами пожарного надзора в организации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Перечень основных нормативных документов

ГН 2.2.4/2.1.566—96. Допустимые уровни вибрации на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий.

ГОСТ 12.0.002—80*. ССБТ. Термины и определения.

ГОСТ 12.0.003—74*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.0.004—90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.

ГОСТ 12.1.001—89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.002—84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.

ГОСТ 12.1.003—83*. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.004—91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005—88*. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.006—84*. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

ГОСТ 12.1.012—2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.019—79*. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.038—82*. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ 12.1.045—84. ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

ГОСТ 12.2.003—91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.007.0—75*. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.009—99. ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.016—81*. ССБТ. Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.022—80*. ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.032—78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.033—78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.049—80. ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.061—81. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

ГОСТ 12.2.072—98*. Роботы промышленные. Роботизированные технологические комплексы. Требования безопасности и методы испытаний.

ГОСТ 12.3.002—75*. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.009—76*. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.020—80* ССБТ Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.025—80*. ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.

ГОСТ 12.4.002—97. ССБТ. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 12.4.011—89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГОСТ 12.4.040—78*. ССБТ. Органы управления производственным оборудованием. Обозначения.

ГОСТ 12.4.124—83. ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

ГОСТ 12.4.125 — 83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация.

ГОСТ 13556—91. Краны башенные строительные. Общие технические условия.

ГОСТ 15597—82*. Светильники для производственных зданий. Общие технические условия.

ГОСТ 17.1.1.01—77*. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

ГОСТ 17.2.3.01—86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

ГОСТ 21752—76. Система «Человек—машина». Маховики управления и штурвалы. Общие эргономические требования.

ГОСТ 21753—76. Система «Человек—машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования.

ГОСТ 21786—76. Система «Человек—машина». Сигнализаторы звуковые неречевых сообщений. Общие эргономические требования.

ГОСТ 21829—76. Система «Человек—машина». Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования.

ГОСТ 22269—76. Система «Человек—машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

ГОСТ 22613—77. Система «Человек—машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования.

ГОСТ 22614—77. Система «Человек—машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования.

ГОСТ 22615—77. Система «Человек—машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования.

ГОСТ 22902—78. Система «Человек—машина». Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.

ГОСТ 23000—78. Система «Человек—машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.

ГОСТ Р 12.2.011—2003. ССБТ. Машины строительные, дорожные и землеройные. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р 12.4.026—2001. ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний.

ГОСТ Р 17.0.0.06—2000. Охрана природы. Экологический паспорт природопользователя. Основные положения. Типовые формы.

ГОСТ Р 22.8.01—96. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования.

ГОСТ Р 51400—99. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах.

ГОСТ Р ИСО 14001—2007. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.

Классификация видов экономической деятельности по классам профессионального риска (утверждена приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 10.01.2006 № 8).

Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты (утверждены приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 01.06.2009 № 290н).

Методические рекомендации по разработке государственных нормативных требований охраны труда (утверждены постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 17.12.2002 № 80).

Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда (утверждены Министерством труда и социального развития Российской Федерации 13.05.2004).

Нормы предельно допустимых нагрузок для лиц моложе 18 лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную (утверждены постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 07.04.1999 № 7).

НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2523—09).

О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме тяжестей вручную : Постановление Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 06.02.1993 № 105.

О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда : Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.2000 № 399.

О создании Системы сертификации работ по охране труда в организациях : Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 24.04.2002 № 28.

Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов, порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, и перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных пищевых продуктов : приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16.02.2009 № 45н.

Об утверждении Перечня производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания, норм бесплатной выдачи витаминных препаратов и Правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания : приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16.02.2009 № 46н.

ОСПОРБ-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (СП 2.6.1.799—99).

ПБ 03-576—03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

ПБ 03-581—03. Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.

ПБ 10-382—00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

ПБ 10-558—03. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов.

ПБ 10-574—03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

ПБ 12-609—03. Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы.

Положение о проведении обязательных предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров работников (утверждено приказом Министерства здравоохранения и медицинской промышленности от 14.03.1996 № 90 в редакции приказов от 11.09.2000 № 344 и от 06.02.2001 № 23).

Положение о расследовании и учете профессиональных заболеваний (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.12.2000 № 967).

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях (утверждено постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 24.10.2002 № 73).

Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (утвержден постановлением от 13.01.2003 Министерства труда и социального развития Российской Федерации № 1 и Министерства образования Российской Федерации № 29).

Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда (утвержден приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 31.08.2007 № 569).

ПОТ Р М-007—98. Межотраслевые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов.

ПОТ Р М-012—2000. Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте.

ПОТ Р М-016—2001. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (РД 153-34.0-03.150—00).

ПОТ Р М-027—2003. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте.

ПОТ Р О-14000-007—98. Положение. Охрана труда при складировании материалов.

ППБ 01—03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.

Правила отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска (утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2005 № 713).

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 13.01.2003 № 6).

Правила устройства электроустановок (издание 7).

ПЭУ 84. Правила эксплуатации установок очистки газа.

Р 2.2.2006—05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

РД 10-33—93. Стропы грузовые общего назначения. Требования к устройству и безопасной эксплуатации.

РД 34.21.122—87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

Рекомендации по организации работы кабинета охраны труда и уголка охраны труда (утверждены постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 17.01.2001 № 7).

СанПиН 2.1.5.980—00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383—03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов.

СанПиН 2.2.0.555—96. Гигиенические требования к условиям труда женщин.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340—03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

СанПиН 2.2.4.1191—03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

СанПиН 2.2.4.548—96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.

СанПиН 2.2.4/2.1.8.582—96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения.

СанПиН 4631—88. Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения.

СанПиН 5804—91. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.

СН 2.2.4/2.1.8.562—96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СН 2.2.4/2.1.8.566—96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

СН 2.2.4/2.1.8.583—96. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

СНиП 12-03—2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

СНиП 12-04—2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

СНиП 2.01.51—90. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.

СНиП 2.04.01—85*. Внутренний водопровод и канализация зданий.

СНиП 2.04.02—84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

СНиП 2.04.03—85. Канализация. Наружные сети и сооружения.

СНиП 2.09.04—87*. Административные и бытовые здания.

СНиП 21-01—97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

СНиП 23-05—95*. Естественное и искусственное освещение.

СНиП 31-03—2001. Производственные здания.

СНиП 31-04—2001. Складские здания.

СНиП 41-01—2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СНиП II-89—80. Генеральные планы промышленных предприятий.

Типовое положение о комитете (комиссии) по охране труда (утверждено приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 29.05.2006 № 413).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамов Н.Р.* Руководство по охране труда : учебно-практич. пособие для руководителей, специалистов и работников организаций / Н.Р.Абрамов. — М. : Безопасность труда и жизни, 2005. — 352 с.
2. Автоматизированные системы оценки условий труда и травмоопасности оборудования в образовательном учреждении / [В.А.Голенков, В.Г.Ерёмин, В.В.Сафронов и др.] ; под ред. В.А.Голенкова. — М. : Машиностроение-1, 2005. — 272 с.
3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / [С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.Ф.Козьяков и др.] ; под общ. ред. С.В.Белова. — М. : Высш. шк. ; НМЦ СПО, 2000. — 447 с.
4. Безопасность жизнедеятельности / О.Н.Русак. — СПб. : Ленинградск. союз специалистов по безопасности жизнедеятельности, 1992. — 115 с.
5. Безопасность труда в машиностроении в вопросах и ответах / [В.Г.Ерёмин, В.В.Сафронов, А.Г.Схиртладзе, Г.А.Харламов] ; под ред. Г.А.Харламова. — М. : Машиностроение, 2004. — 192 с.
6. Безопасность производственных процессов / под ред. С.В.Белова. — М. : Машиностроение, 1985. — 448 с.
7. *Браун Д.Б.* Анализ и разработка системы обеспечения техники безопасности / Д.Б.Браун. — М. : Машиностроение, 1979. — 326 с.
8. *Воронина А.А.* Охрана труда в энергосистемах : учеб. пособие / А.А.Воронина, Н.Ф.Шибенко. — М. : Энергия, 1973. — 253 с.
9. *Галкин В.А.* Промышленная эстетика на машиностроительных предприятиях / В.А.Галкин. — Л. : Машиностроение, 1983. — 124 с.
10. *Горишков С.И.* Соблюдение требований эргономики — важный фактор улучшения условий труда и повышения его производительности // Психологические и эстетические основы НОТ : сб. — М. : Экономика, 1971. — С. 171 — 178.
11. Гражданская оборона / под ред. Е.П.Шубина. — М. : Просвещение, 1991. — 214 с.
12. *Долин П.А.* Справочник по технике безопасности / П.А.Долин. — М. : Энергия, 1984. — 823 с.
13. *Дьяков В.И.* Типовые расчеты по электрооборудованию / В.И.Дьяков. — М. : Высш. шк., 1991. — 160 с.
14. *Иванов В.С.* Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях / В.С.Иванов, А.К.Малешкин. — Обнинск : Обнинский институт атомной энергетики, 1991. — 78 с.
15. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования : пер. с англ. / под ред. К.Т.Морган. — М. : Машиностроение, 1971. — 488 с.

16. Карнас А.А. Вентиляция и отопление сварочных, гальванических, окрасочных цехов и зарядных аккумуляторных станций / А.А. Карнас. — М. : Машиностроение, 1997. — 172 с.

17. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг. — Л. : Энергия, 1973. — 360 с.

18. Козьяков А.Ф. Охрана труда в машиностроении : учебник / А.Ф. Козьяков, Л.Л. Морозова. — М. : Машиностроение, 1990. — 240 с.

19. Компьютер и закон // Охрана труда и социальное страхование. — 1998. — № 12. — С. 16—17.

20. Контроль физических факторов производственной среды, опасных для человека : энциклопедия «Экометрия» / научн. ред. В.И. Крутиков, Ю.И. Брегалдзе, А.Б. Круглов. — М. : Изд-во стандартов, 2002. — 448 с. — (Справочные издания по экологическим и медицинским измерениям).

21. Лапин Ю.С. Эстетизация производственной среды // Психофизиологические и эстетические основы НОТ : сб. — М. : Экономика, 1971. — С. 210—218.

22. Межотраслевые типовые инструкции по охране труда при эксплуатации электроустановок, проведении электрических измерений и испытаниях : ТИ Р М-062—2002 — ТИ Р М-074—2002. — СПб. : ДЕАН, 2003. — 224 с.

23. Методические рекомендации для конструкторов и технологов по созданию безопасного производственного оборудования и технологических процессов / [сост. В.В. Попадейкин, Н.И. Мокина, Г.П. Глазкова и др.]. — М. : ВЦНИИОТ, 1991. — 60 с.

24. Методы повышения безопасности производственного оборудования / [сост. О.Н. Земин]. — М. : ВЦНИИОТ, 1991. — 34 с.

25. Организация и проведение работ по охране труда : рекомендации для руководителей и специалистов / [сост. А.Г. Липунов, С.В. Малютин]. — М. : Комитет труда и занятости правительства Москвы ; ИИЦ «Альфа-Композит», 1998. — 147 с.

26. Охрана труда в машиностроении : учебник / [Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.] ; под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. — М. : Машиностроение, 1983. — 432 с.

27. Охрана окружающей среды / под ред. С.В. Белова. — М. : Высш. шк., 1991. — 316 с.

28. Охрана труда в строительстве / [В.А. Пчелинцев, Д.В. Коптев, Г.Г. Орлов и др.]. — М. : Высш. шк., 1991. — 272 с.

29. Охрана окружающей среды : учебник / [И.Ф. Ливчак, Ю.В. Воронов, Е.В. Стрелков и др.]. — М. : Колос, 1995. — 270 с.

30. Павлов С.П. Охрана труда в приборостроении / С.П. Павлов, З.И. Губонина. — М. : Высш. шк., 1986. — 283 с.

31. Погодин А.С. Шумоглушающие устройства / А.С. Погодин. — М. : Машиностроение, 1973. — 176 с.

32. Пушкин В.И. Обеспечение электробезопасности на предприятии // Библиотека инженера по охране труда : спец. выпуск. — 2003. — № 3 (39). — С. 3—92.

33. Расследование и учет несчастных случаев на производстве / [сост. В.Г. Ерёмин, В.В. Сафронов, Г.А. Харламов и др.]. — Орел : Фолиант, 1996. — 56 с.

34. Расточные оправки с устройствами для отвода стружки / [сост. А. Г. Схиртладзе]. — М. : МГЦНТИ, 1982. — 6 с. — (Инф. листок № 21 — 82).

35. Сафронов В. В., Ерёмин В. Г. Автоматизация процедур аттестации учебных мест образовательных учреждений по условиям труда // Справочник специалиста по охране труда. — 2005. — № 2. — М. : МЦФЭР. — С. 75—80.

36. Сенькин Е. Г. Техника безопасности и противопожарная техника в пищевой промышленности : учеб. пособие / Е. Г. Сенькин. — М. : Пищевая промышленность, 1973. — 240 с.

37. Служба охраны труда на предприятии и в учреждении / [сост. В. В. Сафронов, В. Г. Ерёмин, Г. А. Харламов и др.]. — Орел : Фолиант, 1996. — 64 с.

38. Справочник по инженерной психологии / под ред. Б. Ф. Ломова. — М. : Машиностроение, 1982. — 368 с.

39. Справочник проектировщика : Защита от шума / под ред. Е. Я. Юдина. — М. : Стройиздат, 1974. — 182 с.

40. Справочная книга по охране труда в машиностроении / под общ. ред. О. Н. Русака. — Л. : Машиностроение, 1989. — 541 с.

41. Средства индивидуальной защиты работающих на производстве : каталог-справочник / под общ. ред. В. Н. Ардасенова. — М. : Профиздат, 1988. — 42 с.

42. Теплов А. Ф. Охрана труда в области хлебопродуктов / А. Ф. Теплов ; под ред. О. Б. Толстой. — М. : Агропромиздат, 1990. — 255 с.

43. Филоненко В. Ю. Плата за загрязнение окружающей среды : учеб. пособие / В. Ю. Филоненко, Т. В. Кочергина. — Липецк : Изд-во ЛЭГИ, 1998. — 47 с.

44. Хохлов В. С. Социально-экономическое прогнозирование материальных затрат на предупреждение ЧС // Сб. материалов Российской науч. конф. «Экология, техника, жизнь: принципы взаимодействия и развития». — Орел : Изд-во ОрелГТУ, 1999. — С. 14—16.

45. Черкасов В. Н. Защита взрывоопасных сооружений от молнии и статического электричества / В. Н. Черкасов. — М. : Стройиздат, 1973. — 128 с.

46. Щербакова Е. В. Защита от шума / Е. В. Щербакова. — Орел : Изд-во ОрелГТУ, 1998. — 40 с.

47. Электробезопасность на производстве : обзорная информация / под ред. В. М. Морозовой. — Вып. 6. — М. : ВЦНИИОТ, 1988. — 51 с.

48. Эргономика : принципы и рекомендации : метод. руководство / под ред. В. М. Мунипова. — М. : ВНИИТЭ, 1983. — 183 с.

49. Эргономика в полиграфии / Е. Т. Решетов ; под ред. Т. М. Приваленко. — М. : Книга, 1991. — 142 с.

50. Это должен знать каждый / под ред. С. Г. Сергеева. — М. : Военное изд-во, 1987. — 94 с.

51. Юдин Е. Я. Борьба с шумом на производстве : справочник / Е. Я. Юдин. — М. : Машиностроение, 1985. — 400 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Список сокращений	5
Глава 1. Производственная деятельность человека и проблемы обеспечения ее безопасности	7
Глава 2. Защита от техногенных опасностей	16
2.1. Требования безопасности к проектированию, строительству и эксплуатации машиностроительного предприятия	16
2.2. Требования безопасности к организации производственных процессов и промышленным объектам	21
2.3. Методы и средства обеспечения безопасности технологического оборудования и производственных процессов	28
2.4. Меры обеспечения электробезопасности персонала машиностроительного предприятия	44
2.5. Меры обеспечения безопасного проведения погрузочно-разгрузочных работ, работ на высоте	107
2.6. Обеспечение безопасной эксплуатации роботизированного оборудования	122
2.7. Меры обеспечения безопасной эксплуатации сосудов, баллонов и устройств, находящихся под давлением	126
2.8. Средства обеспечения взрывопожаробезопасности промышленного объекта	131
Глава 3. Методы и средства обеспечения комфортных условий труда	182
3.1. Защита персонала предприятия от опасных и вредных излучений	182
3.2. Меры оздоровления воздушной среды в производственном помещении	199
3.3. Организация производственного освещения	214
3.4. Защита персонала предприятия от акустических и механических колебаний	226
3.5. Эргономические и эстетические требования к обеспечению комфортных условий труда	239
3.6. Обеспечение комфортных и безопасных условий труда пользователей видеотерминалами и персональными ЭВМ	243

Глава 4. Методы и средства обеспечения защиты персонала предприятия и населения от экологических опасностей и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций	246
4.1. Меры обеспечения экологической безопасности промышленного предприятия	246
4.2. Чрезвычайные ситуации и меры защиты от их поражающих факторов	277
Глава 5. Организационно-правовые основы обеспечения безопасности жизнедеятельности на производстве	292
5.1. Российское трудовое право	292
5.2. Законодательство об охране труда	293
5.3. Нормативные правовые акты охраны труда	294
5.4. Структура, принципы, методы и средства охраны труда	299
5.5. Охрана труда: управление, надзор и контроль	301
5.6. Обязанности и ответственность работодателей и работников в области охраны труда	303
5.7. Организация работы по охране труда на предприятии	308
5.8. Порядок обучения работников предприятия по охране труда	311
5.9. Порядок расследования, оформления, учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	313
5.10. Социальное страхование персонала. Льготы и компенсации	321
5.11. Охрана труда женщин и молодежи	327
5.12. Порядок использования средств индивидуальной защиты работающих	329
5.13. Аттестация и сертификация рабочих мест по условиям труда	333
Приложения	336
Список литературы	395

Учебное издание

**Ерёмин Вадим Геннадьевич,
Сафронов Владислав Васильевич,
Схиртладзе Александр Георгиевич,
Харламов Геннадий Андреевич**

Безопасность жизнедеятельности в энергетике

Учебник

**Редакторы Г. Н. Сидорова, С. И. Зубкова
Технический редактор О. Н. Крайнова
Компьютерная верстка: Е. Ю. Назарова
Корректоры Е. В. Кудряшова, С. Ю. Свиридова**

Изд. № 101113814. Подписано в печать 19.03.2010. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Ньютон». Бумага офс. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 25,0.
Тираж 1 500 экз. Заказ № 30104.

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
125252, Москва, ул. Зорге, д. 15, корп. 1, пом. 266.

Адрес для корреспонденции: 129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1, а/я 48.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.60.953.Д.007831.07.09 от 06.07.2009.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.sarpk.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Учебник

ISBN 978-5-7695-5987-7



9 785769 559877

Издательский центр «Академия»
www.academia-moscow.ru