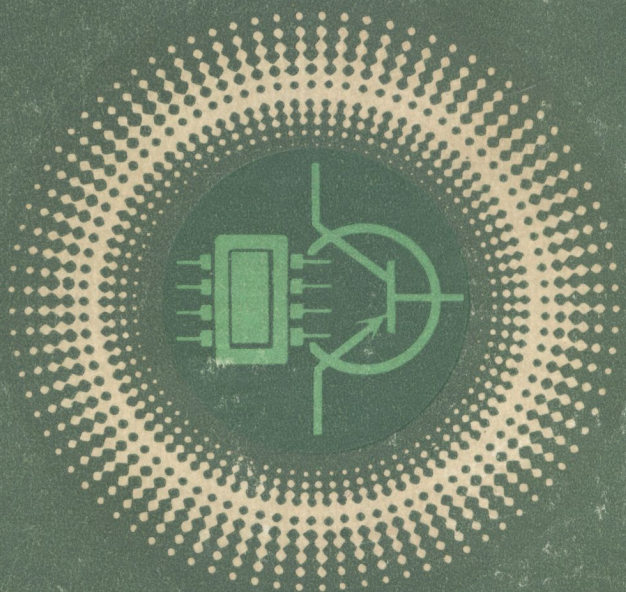


658.382.3
0-92

К. Н. ТКАЧУК, Р. В. САБАРНО,
А. Г. СТЕПАНОВ, Е. Н. ШКЛЯРЕНКО

ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В
РАДИО-
ЭЛЕКТРОННОЙ
ПРОМЫШЛЕН-
НОСТИ



К.Н.ТКАЧУК, Р.В.САБАРНО,
А.Г.СТЕПАНОВ, Е.Н.ШКЛЯРЕНКО

ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В РАДИО- ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕН- НОСТИ

*Допущено Министерством
радиопромышленности СССР
в качестве учебного пособия
для учащихся средних
специальных учебных заведений
радиотехнических специальностей*

Киев
Головное издательство издательского
объединения «Выща школа»
1988

ББК 32н.я723

О 92

УДК 658.382.3 : 621.38 + 621.396 (075.3)

Рецензенты: доктор технических наук В. А. Орлов (Севастопольский приборостроительный институт), Н. Н. Сметана (Киевский техникум радиоэлектроники)

Редакция литературы по информатике и автоматике
Редактор О. А. Диптан

092 **Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности / К. Н. Ткачук, Р. В. Сабарно, А. Г. Степанов, Е. Н. Шкляренко: Учеб. пособие. — К. : Выща шк. Головное изд-во, 1988. — 240 с., 40 ил. — Библиогр.: 11 назв.**
ISBN 5-11-000187-1.

В учебном пособии рассмотрены правовые и организационные аспекты охраны труда в радиоэлектронной промышленности, вопросы безопасной эксплуатации производственных электроустановок, сосудов и аппаратов под давлением, подъемно-транспортного и производственного оборудования. Изложены методы оздоровления воздушной среды, нормализации производственного освещения и защиты от электрических и магнитных полей, электромагнитных и ионизирующих излучений, от вибрации, шума, ультра- и инфразвука. Приведены сведения по пожарной безопасности и защите окружающей среды. Освещены меры безопасности при основных технологических процессах.

Для учащихся техникумов радиоэлектронной промышленности.

О 2401000000-129 КУ-№ 3-130-1988
M211(04)-88

ББК 32н.я723

ISBN 5-11-000187-1

© Издательское объединение
«Выща школа», 1988

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Глава 1. Общие вопросы охраны труда	7
§ 1.1. Правовые аспекты охраны труда	7
§ 1.2. Организационные аспекты охраны труда	14
§ 1.3. Производственные несчастные случаи и профессиональные заболевания	29
Глава 2. Техника безопасности	41
§ 2.1. Защита от опасного воздействия электрического тока	41
§ 2.2. Безопасность устройства и эксплуатации производственного оборудования и транспорта	78
Глава 3. Производственная санитария	93
§ 3.1. Общие санитарно-гигиенические условия	93
§ 3.2. Защита от электрических и магнитных полей и электромагнитных излучений	110
§ 3.3. Защита от ионизирующих излучений	132
§ 3.4. Защита от производственных вибраций, шума, ультра- и инфразвука	142
Глава 4. Основы пожаро- и взрывобезопасности объектов и производств	155
§ 4.1. Пожаро- и взрывопоказатели веществ, материалов, производств и помещений	155
§ 4.2. Системы предотвращения пожаров, взрывов, пожаро- и взрывозащиты	164
Глава 5. Охрана окружающей среды	190
§ 5.1. Правовые и организационные аспекты охраны окружающей среды	190
§ 5.2. Мероприятия по охране окружающей среды	197
Глава 6. Охрана труда при основных технологических процессах	215
§ 6.1. Охрана труда при основных технологических процессах обработки металлов	215
§ 6.2. Охрана труда при обработке поверхностей деталей и узлов	224
§ 6.3. Охрана труда при монтаже, сборке и испытаниях РЭА	230
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>237</i>
<i>Список рекомендуемой литературы</i>	<i>239</i>

Научно-технический прогресс в электронной и радиотехнической промышленности наряду с внедрением качественно новых технологических процессов позволил значительно улучшить условия труда на рабочих местах, а также внес коренные изменения в содержание труда работающих — уменьшилась общая физическая нагрузка, появились профессии, требующие длительного повышенного нервно-эмоционального напряжения в процессе выполнения трудовых операций. Но все же при этом перед инженерно-техническими работниками возникают проблемы, связанные с выявлением опасных и вредных производственных факторов и разработкой мероприятий по охране труда и окружающей среды.

Охрана труда — это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

С охраной труда тесно связана и охрана окружающей среды, которая в настоящее время стала одной из важнейших международных проблем современности.

Охрана окружающей среды — это совокупность административных, технологических, плановых, экономических, политических и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и сохранение природных ресурсов Земли и космического пространства в интересах настоящего и будущих поколений людей.

Охрана труда — одно из величайших завоеваний социализма. В социалистическом обществе делается все для создания оптимальных условий в производственном процессе, которые обеспечивают человеку необходимый комфорт, сохраняют здоровье и работоспособность.

В дореволюционной России условия труда и быта рабочего класса были очень тяжелыми: продолжительность рабочего дня составляла 12—13 ч, техника безопасности на предприятиях почти отсутствовала.

В настоящее время в капиталистических странах состояние охраны труда остается на низком уровне, о чем свидетельствуют статистические данные о травматизме и профессиональных заболеваниях. Сущность капиталистического способа производства — получение максимальных прибылей — порождает стремление экономить на здоровье трудящихся, на охране труда. Только ликвидация капиталистических производственных отношений и замена их социалистическими может решить проблемы охраны труда и улучшить условия труда работающих.

С самого начала существования Советского государства В. И. Ленин уделял большое внимание вопросам охраны труда. Одним из первых декретов Совета Народных Комиссаров был декрет от 29 октября (11 ноября) 1917 г. о восьмичасовом рабочем дне. В мае 1918 г. была создана Государственная инспекция труда, а в декабре 1918 г. вышел первый Кодекс законов о труде. В октябре 1922 г. на четвертой сессии ВЦИК был принят новый Кодекс законов о труде, который предусматривал развернутые мероприятия по охране труда и оздоровлению работающих. В. И. Ленин охарактеризовал этот Кодекс как громадное завоевание Советской власти, он имел большое значение и для международного рабочего движения.

В 1970 г. сессия Верховного Совета СССР приняла «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о труде», в которых большое внимание было уделено созданию благоприятных условий для работы, улучшению охраны труда. Устанавливалось, что ни одно предприятие, производство, ни один цех, участок не могут быть приняты и введены в эксплуатацию, если не обеспечены здоровые и безопасные условия труда.

Новым этапом в решении задач по охране труда и окружающей среды в нашей стране явилось принятие Верховным Советом СССР 7 октября 1977 г. Конституции (Основного Закона) СССР.

Закон СССР «О трудовых коллективах и повышении их роли в управлении предприятиями, учреждениями, организациями» (ст. 15), принятый Верховным Советом СССР 17 июня 1983 г., определяет права трудовых коллективов в решении вопросов охраны труда и окружающей среды на своем предприятии: от обсуждения комплексных планов до внесения предложений о привлечении к ответственности лиц, виновных в нарушении правил охраны труда и законодательства об охране окружающей среды.

Залогом успеха в совершенствовании охраны труда, в комплексном решении проблем гигиены и физиологии труда,

в обеспечении безопасных и безвредных условий труда является постоянная забота Коммунистической партии Советского Союза и Советского правительства об условиях труда и охране здоровья трудящихся.

Так, в соответствии с Законом СССР «О государственном предприятии (объединении)», принятом 30 июня 1987 года, предприятие обязано придавать первостепенное значение улучшению условий труда.

Ведущая роль в решении вопросов по созданию безопасных условий труда на промышленных предприятиях принадлежит научным исследованиям. Многие отечественные ученые внесли значительный вклад в дело охраны труда.

Курс «Охрана труда» является научной дисциплиной, изучающей общие вопросы охраны труда, технику безопасности, производственную санитарию и пожарную безопасность.

Общие вопросы включают правовые и организационные аспекты охраны труда, а также расследование производственных несчастных случаев.

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

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

Пожарная безопасность — это состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Цель курса — ознакомить с основами законодательства о труде, с организацией службы охраны труда на предприятии, с вопросами анализа производственных условий и технологических процессов, с методами выявления возможных опасных и вредных факторов, а также с методами и средствами, применяемыми для обеспечения нормальных условий труда.

Данное учебное пособие состоит из шести глав, в каждой из которых отражено отдельное направление в общей проблеме и которые связаны в одно целое конечным результатом — созданием оптимальных условий труда на рабочих местах предприятий электронной и радиотехнической промышленности.

Глава 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

§ 1.1. Правовые аспекты охраны труда

Законодательство по охране труда. Обеспечение безопасных условий труда каждого советского человека на производстве, ликвидация профессиональных заболеваний, производственного травматизма, предупреждение нарушений правил охраны труда — задача большого социально-политического значения.

Основные правовые положения по охране труда изложены в Конституции СССР и в Основах законодательства Союза ССР и союзных республик о труде.

Важной гарантией обеспечения безопасных и безвредных условий труда советских людей является Конституция СССР. Согласно ст. 21 Конституции СССР, «Государство заботится об улучшении условий и охране труда, его научной организации, о сокращении, а в дальнейшем и полном вытеснении тяжелого физического труда на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства».

Конституция СССР закрепила также право советских граждан на охрану здоровья. В соответствии со ст. 42 «Это право обеспечивается ... развитием и совершенствованием техники безопасности и производственной санитарии; проведением широких профилактических мероприятий; мерами по оздоровлению окружающей среды; особой заботой о здоровье подрастающего поколения, включая запрещение детского труда, не связанного с обучением и трудовым воспитанием...»

Важное значение в деле обеспечения безопасных условий труда имеют утвержденные в 1970 г. Верховным Советом СССР Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о труде. В 1971 г. Верховным Советом УССР был принят новый Кодекс законов о труде Украинской ССР (КЗоТ УССР), полностью воспроизводящий правила, установленные Основами законодательства и конкретизирующий их.

В Основах законодательства о труде сформулированы важнейшие положения об улучшении условий труда и

отдыха трудящихся; о соблюдении требований охраны труда при строительстве и эксплуатации производственных зданий, сооружений и оборудования; производственной санитарии и гигиене труда; профилактических медицинских осмотрах; правах и обязанностях участников трудовых и других правоотношений. Так, право рабочих и служащих на безвредные и безопасные условия труда закреплено в ст. 57 Основ законодательства о труде. В то же время ст. 61 закрепляет обязанности рабочих и служащих по соблюдению инструкций по охране труда.

Законодательством о труде регламентируется режим труда и отдыха работников. КЗоТ УССР предусматривает нормальную продолжительность рабочего времени рабочих и служащих на предприятиях, в учреждениях, организациях не более 41 часа в неделю. Сокращенный рабочий день установлен: для работников в возрасте от 16 до 18 лет — 36 часов в неделю, а для лиц в возрасте от 15 до 16 лет — 24 часа в неделю; для рабочих и служащих, занятых на работах с вредными условиями труда, — не более 36 часов в неделю. Продолжительность работы в ночную смену сокращается на один час, кроме случаев, когда для работника предусмотрено сокращенное рабочее время, а также в непрерывных производствах, на сменных работах при шестидневной рабочей неделе. Ночным считается время с 10 часов вечера до 6 часов утра (ст. 54 КЗоТ УССР).

Работа сверх нормированного рабочего времени не допускается. Сверхурочные работы разрешаются лишь в исключительных случаях (ст. 62 КЗоТ УССР) и с разрешения профсоюзного комитета предприятия (ст. 64 КЗоТ УССР). Сверхурочные работы для каждого работника не должны превышать 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год (ст. 65 КЗоТ УССР).

К сверхурочным работам не привлекаются: беременные женщины и матери, кормящие грудью; женщины, имеющие детей в возрасте до одного года; лица моложе 18 лет; рабочие и служащие, обучающиеся без отрыва от производства в общеобразовательных школах и профессионально-технических училищах в дни занятий (ст. 63 КЗоТ УССР).

Трудовое законодательство предусматривает предоставление всем рабочим и служащим ежегодных отпусков с сохранением места работы (должности) и среднего заработка (ст. 74 КЗоТ УССР). Продолжительность ежегодного отпуска должна составлять не менее 15 рабочих дней с постепенным переходом к предоставлению отпуска большей продолжительности (ст. 75 КЗоТ УССР).

Большое внимание уделяется охране труда женщин и молодежи. Учитывая физиологические особенности организма женщин, законодательство устанавливает для них дополнительные льготы и гарантии в области охраны труда (гл. XII КЗоТ УССР).

Запрещается прием на работу лиц моложе шестнадцати лет. Лишь в отдельных случаях, по согласованию с профсоюзным комитетом предприятия, учреждения, организации, на работу могут приниматься лица, достигшие пятнадцатилетнего возраста (ст. 188 КЗоТ УССР). Запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет на тяжелых работах и на работах, связанных с вредными или опасными условиями труда (ст. 190 КЗоТ УССР). Их не привлекают к ночным и сверхурочным работам и к работам в выходные дни (ст. 192 КЗоТ УССР).

Заработная плата работникам моложе восемнадцати лет при сокращенной рабочей неделе выплачивается в таком же размере, как и трудящимся соответствующих категорий при нормальной продолжительности рабочей недели.

Обеспечение безопасных и здоровых условий труда возлагается на администрацию предприятия, учреждения, организации, которая обязана внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний рабочих и служащих (Ст. 153 КЗоТ УССР). Обеспечение администрацией соблюдения правил охраны труда предусматривается также Положением о производственном объединении (комбинате), утвержденном постановлением Совета Министров СССР от 27 марта 1984 г. № 212, Положением о научно-производственном объединении, утвержденном постановлением Совета Министров от 30 декабря 1975 г. № 1062.

Здоровые и безопасные условия труда должны быть предусмотрены в процессе проектирования, строительства и эксплуатации производственных зданий, сооружений и оборудования (ст. 154 КЗоТ УССР).

Документами большого политического, экономического и социального значения стали Закон СССР «О трудовых коллективах и повышении их роли в управлении предприятиями, учреждениями, организациями», принятый 17 июня 1983 г. и Закон СССР «О государственном предприятии (объединении)», принятый 30 июня 1987 г., в которых трудовым коллективам предоставлены большие права по улучшению условий и охраны труда.

Ускорение научно-технического прогресса, повышение эффективности производства и качества продукции в значительной степени зависят от успешного решения проблем совершенствования безопасности труда, улучшения его условий. Как отмечалось на XXVII съезде КПСС, в реализации этих задач основная роль отводится механизации, автоматизации и роботизации. Уже в текущей пятилетке намечено резко уменьшить долю ручного труда, а к 2000 году снизить ее в производственной сфере до 15...20 процентов, освободив от тяжелой физической работы миллионы людей.

Правила, нормы и стандарты по охране труда. Кроме общих требований охраны труда, содержащихся в Конституции СССР, Основах законодательства СССР и союзных республик о труде и в Кодексах законов о труде союзных республик, законодательными документами, предусматривающими безопасность труда, являются государственные стандарты, правила и нормы.

Единые правила и нормы распространяются на все отрасли народного хозяйства, являются требованиями государственных стандартов «Системы стандартов безопасности труда» (ССБТ), «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ), «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ), «Строительных норм и правил» (СНиП), «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» (СН245—71), «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», «Правил устройства и безопасной эксплуатации лифтов», «Правил устройства и безопасной эксплуатации судов, работающих под давлением». Они определяют требования по охране труда, касающиеся всех предприятий, учреждений и организаций, закрепляют важные гарантии безопасности и гигиены труда, уровень которых должен быть одинаковым во всех отраслях народного хозяйства.

Межотраслевые правила техники безопасности и производственной санитарии регламентируют условия труда для определенных видов работ, типов оборудования или производства, которые осуществляются или используются в различных отраслях народного хозяйства. Например, «Правила техники безопасности и производственной санитарии при холодной обработке металлов», «Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах», «Правила техники безопасности и производственной санитарии в литейном производстве», «Правила техники безопасности и производственной санитарии при

производстве ацетилен, кислорода и газоплазменной обработке металлов» и др.

Единые и межотраслевые правила охраны труда устанавливаются законами СССР и союзных республик постановлениями Совета Министров СССР или по его поручению другими государственными органами совместно или по согласованию с ВЦСПС (ч. 1, ст. 157 КЗоТ УССР).

Отраслевые правила и нормы распространяются только на данную отрасль производства, учитывают ее специфические особенности в масштабе всей страны. Они утверждаются в установленном порядке министерствами, ведомствами, органами государственного надзора (ст. 259 КЗоТ УССР) совместно или по согласованию с центральными комитетами соответствующих профессиональных союзов (ч. 2 ст. 157 КЗоТ УССР). Так, основными отраслевыми документами, регламентирующими вопросы охраны труда в радио- и электронной промышленности, являются «Общие правила техники безопасности и производственной санитарии для предприятий и организаций радиопромышленности, промышленности средств связи и электронной промышленности», «Правила техники безопасности и производственной санитарии в производстве радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры средств связи и приборов», утвержденные Постановлением Президиума ЦК профсоюзов рабочих радиоэлектронной промышленности.

Для обеспечения безвредных и безопасных условий труда на конкретных рабочих местах и в технологических процессах на основе единых, межотраслевых и отраслевых актов разрабатываются и применяются специальные инструкции по охране труда, обязательные для трудящихся, занятых на этих работах и в технологических процессах. Такие инструкции разрабатываются и утверждаются администрацией предприятия совместно с комитетом профсоюза.

При отсутствии в правилах по охране труда требований, необходимых для обеспечения безопасных условий труда, администрация предприятия по согласованию с комитетом профсоюза принимает соответствующие меры, обеспечивающие безопасные условия труда (ч. 3 ст. 157 КЗоТ УССР).

В необходимых случаях для предприятий радио- и электронной промышленности правительством и соответствующим Министерством издаются специальные постановления, приказы или директивные указания, в которых предусматриваются меры по охране труда.

С целью повышения научно-технического уровня нормативной документации по безопасности труда в Советском

Союзе впервые в мире в 1972 г. создана система стандартов безопасности труда (ССБТ). Она представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, сохранение здоровья и работоспособности человека на протяжении его трудовой деятельности.

Стандарты ССБТ подразделяются на государственные (ГОСТ), отраслевые (ОСТ), республиканские (РСТ) и стандарты предприятий (СТП).

Государственные стандарты, входящие в ССБТ, имеют следующую систему обозначений. Первые две цифры 12 — обозначение системы ССБТ. Третья цифра — шифр подсистемы. Последующие три цифры — порядковый номер стандарта в подсистеме, состоящий из числа от 001 до 100. Последние две цифры указывают год утверждения или пересмотра стандарта.

ССБТ включает шесть подсистем:

стандарты подсистемы 0 устанавливают цели, задачи, область распространения, структуру ССБТ и особенности согласования стандартов ССБТ, терминологию в области охраны труда; классификацию опасных и вредных факторов; принципы организации работы по обеспечению безопасности труда в промышленности;

стандарты подсистемы 1 устанавливают требования по видам опасных и вредных производственных факторов и предельно допустимые значения их параметров; методы контроля нормируемых параметров опасных и вредных производственных факторов;

стандарты подсистемы 2 устанавливают общие требования безопасности к производственному оборудованию; требования безопасности к отдельным группам производственного оборудования; методы контроля выполнения требований безопасности;

стандарты подсистемы 3 устанавливают общие требования безопасности к производственным процессам; требования безопасности к отдельным группам технологических процессов; методы контроля выполнения требований безопасности;

стандарты подсистемы 4 устанавливают классификацию средств защиты, методы контроля и оценки средств защиты;

стандарты подсистемы 5 устанавливают требования безопасности к зданиям и сооружениям.

Разработка отраслевых и республиканских стандартов осуществляется с учетом особенностей безопасности труда в отрасли, республике.

Стандарты предприятий разрабатываются на основе «Рекомендаций по разработке стандартов предприятий по без-

опасности труда», согласно годовым планам стандартизации, утвержденным руководством предприятия. Они являются составной частью ССБТ, взаимосвязаны и единообразны с государственными и отраслевыми стандартами и не дублируют их.

Контроль и надзор за внедрением и соблюдением стандартов безопасности труда осуществляют территориальные органы Госстандарта совместно с технической инспекцией труда профсоюза и другими органами государственного надзора и ведомственного контроля.

Ответственность за нарушение положений по охране труда. В соответствии со статьей 105 Основ законодательства (ст. 265 КЗоТ УССР) должностные лица, виновные в нарушении законодательства о труде и правил по охране труда, невыполнении обязательства по коллективным договорам и соглашениям по охране труда, несут ответственность общественную, дисциплинарную, административную, материальную, уголовную.

Согласно статье 152 КЗоТ УССР и ст. 9 Закона СССР от 17 июня 1983 г. «О трудовых коллективах и повышении их роли в управлении предприятиями, учреждениями, организациями» администрация, трудовой коллектив могут применять к рабочим и служащим, нарушившим правила охраны труда следующие меры общественного взыскания: товарищеское замечание, общественный выговор, обсуждение на заседании товарищеского суда, на рабочих и профсоюзных собраниях, в стенной и многотиражной печати, по заводскому радиовещанию и т. д.

Меры общественного воздействия, не имея юридического характера, опираются, в основном, на силу общественного мнения, авторитет коллектива или общественного органа. Они применяются и к лицам, наказанным администрацией в дисциплинарном порядке. Наложение дисциплинарного взыскания на виновного не освобождает его от общественного воздействия со стороны коллектива.

Дисциплинарную ответственность за нарушение законодательства об охране труда рабочие несут в порядке, предусмотренном Правилами внутреннего трудового распорядка, устанавливающими следующие меры взыскания: замечание, выговор, строгий выговор, перевод на нижеоплачиваемую работу на срок до трех месяцев или смещение на низшую должность на тот же срок, увольнение (ст. 56 Основ законодательства, ст. 40 КЗоТ УССР).

К дисциплинарной ответственности за нарушение законодательства о труде должностные лица могут быть привле-

чены при осуществлении внутриведомственного контроля вышестоящими органами в порядке подчиненности.

Административная ответственность выражается наложением на виновных должностных лиц штрафа в размере от 10 до 100 руб.

Административные взыскания могут быть наложены не позднее двух месяцев со дня совершения правонарушения, а при длящемся правонарушении — двух месяцев со дня его обнаружения. Размер штрафа определяется в зависимости от тяжести совершенного поступка, с учетом личности, степени вины, имущественного положения виновного, обстоятельств, смягчающих и отягчающих ответственность.

Материальная ответственность возлагается в случаях причинения рабочим или служащим прямого действительного имущественного ущерба предприятию, организации, учреждению (ст. 130 КЗоТ УССР).

В ст. 135 Уголовного Кодекса УССР (УК УССР) «Нарушение правил охраны труда» записано: «Нарушение должностным лицом правил техники безопасности, промышленной санитарии или иных правил охраны труда, если это нарушение создавало опасность для жизни или здоровья трудящихся, — наказывается исправительными работами на срок до одного года, или штрафом в размере до ста рублей, или общественным порицанием.

То же деяние, если оно повлекло несчастные случаи с людьми, — наказывается лишением свободы на срок до четырех лет».

Кроме того, за убийство по неосторожности рабочие и служащие несут уголовную ответственность по ст. 98 УК УССР, предусматривающей наказание лишением свободы на срок до трех лет или исправительными работами на срок до двух лет. По ст. 105 УК УССР, предусматривающей ответственность за причинение по неосторожности тяжкого или средней тяжести телесного повреждения, наказываются лишением свободы на срок до одного года или исправительными работами на тот же срок.

Ст. ст. 218, 220, 220-1, 221 УК УССР предусматривается уголовная ответственность за нарушение специальных правил безопасности.

§ 1.2. Организационные аспекты охраны труда

Организация охраны труда в отрасли. Общее руководство работой по охране труда в целом по отрасли осуществляет заместитель министра. Организацию и методическое руко-

водство работой по охране труда в отрасли осуществляет отдел охраны труда министерства, который является самостоятельным структурным подразделением центрального аппарата министерства радиопромышленности СССР (министерства электронной промышленности СССР). Отдел подчиняется министру или, по его указанию, одному из заместителей министра.

В организации работы по охране труда на предприятии участвуют практически все должностные лица и инженерные службы. Эффективность этой работы зависит от четкой регламентации обязанностей и прав административно-технического персонала. Для этого на каждом предприятии разрабатывается Положение об организации работы по охране труда, которое оформляется в виде стандарта предприятия по безопасности труда. В нем определены обязанности, права и ответственность должностных лиц, а также их взаимоотношения с органами надзора и контроля.

Руководитель предприятия осуществляет общее руководство работой по охране труда; обеспечивает выполнение действующего законодательства, а также мероприятий по охране труда, предусмотренные коллективным договором; осуществляет оперативный контроль за состоянием охраны труда на предприятии; представляет в Министерство и Госкомстат отчеты о пострадавших при несчастных случаях на предприятии.

Главный инженер несет непосредственную ответственность за организацию работы по охране труда на предприятии и возглавляет всю организационно-техническую и методическую работу по созданию безопасных и здоровых условий труда, снижению производственного травматизма и заболеваемости. Он обязан систематически рассматривать на производственных совещаниях состояние охраны труда в цехах и подразделениях; обеспечивать работу оборудования, механизмов, ведение технологических процессов, пуска наладочных и испытательных работ в соответствии с действующими стандартами и нормами по охране труда; руководить работой по охране труда, проводимой главными специалистами, начальниками цехов, отделов и других подразделений; обеспечивать своевременное и качественное расследование и учет несчастных случаев на производстве, устанавливать причины их возникновения; определять мероприятия по предотвращению повторения подобных случаев и контролировать их выполнение; рассматривать и утверждать инструкции по охране труда.

Главные специалисты предприятия (главный энергетик, технолог, механик, конструктор) руководят работой по

охране труда в подчиненных им службах, а также организуют технический надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, энергоустройств, приборов, зданий, сооружений, вентиляционных систем, стационарных средств пожаротушения и др. Они обязаны обеспечивать своевременное и качественное проведение планово-предупредительных ремонтов и контроль соблюдения правил и норм по охране труда при ремонте, монтаже оборудования и строительстве.

Начальники цехов и отделов должны обеспечить надлежащее состояние охраны труда в цехах и бытовых помещениях путем проведения мероприятий по снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний; контроля состояния технологического оборудования, приспособлений и механизмов; обеспечения рабочих спецодеждой и индивидуальными защитными средствами; своевременного проведения всех видов инструктажей рабочих и ИТР; расследования происшедших несчастных случаев на производстве и др.

Мастер производственного участка обязан обеспечить исправность оборудования, инструмента, транспортных и грузоподъемных средств, ограждений, предохранительных устройств, правильное использование индивидуальных защитных средств, наличие на рабочих местах инструкций, плакатов по охране труда, нормальный микроклимат, правильную организацию рабочих мест, контролировать соблюдение всеми работающими правил, норм и инструкций по охране труда, своевременное проведение инструктажей и обучение работающих безопасным методам труда.

Для проведения постоянной работы по улучшению охраны труда и устранению причин, порождающих несчастные случаи и профессиональные заболевания, а также для осуществления контроля за работой производственных и технических служб по обеспечению безопасных и гигиенических условий труда на предприятиях организуется служба по охране труда. На крупных предприятиях создаются отделы или бюро охраны труда, на небольших — учреждена должность инженера по охране труда. Они подчинены непосредственно главному инженеру.

Отдел охраны труда в своей деятельности руководствуется действующим законодательством по вопросам охраны труда, постановлениями и распоряжениями правительства, постановлениями, разъяснениями и инструкциями ВЦСПС, приказами, указаниями и инструкциями министерства.

Основной задачей отдела является организация работы по улучшению условий труда, снижению производственного

травматизма и профзаболеваний, а также внедрению стандартов безопасности труда.

Согласно типовому положению на отдел охраны труда возложен контроль за:

— своевременным и качественным выполнением комплексного плана и мероприятий по охране труда, предусмотренных коллективным договором;

— своевременностью и качеством проведения на рабочем месте первичного, повторного, внепланового и текущего инструктажа, а также обучением работающих безопасным методам труда в подразделениях предприятия;

— соблюдением установленных сроков испытания и освидетельствования средств защиты, сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных механизмов и других устройств, подлежащих периодическим или единовременным испытаниям;

— своевременным обеспечением работающих качественной спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, лечебно-профилактическим питанием, соком и молоком;

— соблюдением действующего трудового законодательства по вопросам охраны труда и Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве и др.

Отдел охраны труда имеет право:

— проводить в любое время суток проверку состояния охраны труда во всех подразделениях предприятия;

— давать обязательные для исполнения указания (предписания) об устранении имеющихся нарушений;

— запрещать, с немедленным уведомлением об этом руководства предприятия, эксплуатацию оборудования и производство работ, если это угрожает жизни и здоровью работающих или приводит к аварии;

— изымать из употребления неисправный инструмент, приспособления;

— отстранять от работы лиц, нарушающих правила и инструкции по технике безопасности, уведомив об этом руководителя подразделения;

— запрашивать от подразделений материалы по вопросам охраны труда;

— требовать письменных объяснений от лиц, допустивших нарушения инструкций по охране труда.

Служба по охране труда проводит свою работу в тесном контакте с профсоюзным комитетом, его комиссией по охране труда и техническим инспектором профсоюза.

Надзор и контроль по охране труда. За состоянием охраны труда и соблюдением правил и норм безопасности на производстве установлен строгий государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль.

Высший государственный надзор за точным исполнением законов о труде, в том числе и по охране труда, министерствами, предприятиями и их должностными лицами, а также гражданами на территории СССР осуществляется Генеральным прокурором СССР и подчиненными ему прокурорами (ст. 164 Конституции СССР).

Специально уполномоченными государственными органами, осуществляющими государственный надзор, являются: Госгортехнадзор УССР, Госэнергонадзор СССР, Госсаннадзор СССР, Госпожнадзор СССР.

Государственный комитет Украинской ССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору осуществляет надзор на промышленных предприятиях при устройстве и эксплуатации подъемных сооружений, котельных установок и сосудов, работающих под давлением, трубопроводов для пара и горячей воды, объектов, связанных с добычей, транспортировкой, хранением и использованием газа, при ведении взрывных работ в промышленности (ст. 260 КЗоТ УССР).

Госгортехнадзору предоставляется право:

— посещать в любое время поднадзорные предприятия и производить их обследование;

— давать предписания, приостанавливать работы при выявлении нарушений правил и норм по охране труда, угрожающих жизни людей или могущих привести к возникновению аварии;

— налагать штрафы, делать представления руководителям министерств, ведомств, предприятий об освобождении в установленном порядке от занимаемых должностей лиц, систематически нарушающих правила и нормы по безопасному ведению работ, передавать материалы в прокуратуру.

Государственный энергетический надзор за проведением мероприятий, обеспечивающих безопасное обслуживание электрических и теплоиспользующих установок, осуществляется органами государственного энергетического надзора системы Министерства энергетики и электрификации СССР (ст. 261 КЗоТ УССР).

Руководящий и инспекторский состав Госэнергонадзора имеют право:

— беспрепятственного доступа в любое время суток к электрическим и теплоиспользующим установкам;

— давать предписания по вопросам применения правил устройства и технической эксплуатации энергетических установок, правил охраны труда и др.;

— требовать отключения электроустановок при обнаружении состояния, опасного для жизни обслуживающего персонала.

Государственный санитарный надзор за соблюдением предприятиями, учреждениями, организациями гигиенических норм, санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических правил осуществляется органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения УССР в соответствии с Положением о государственном санитарном надзоре в СССР, а по некоторым объектам — медицинскими службами соответствующих министерств и ведомств (ст. 262 КЗоТ УССР).

Госсаннадзор осуществляет контроль за проведением мероприятий, направленных на ликвидацию и предупреждение загрязнения природной среды (водоемов, почвы и атмосферного воздуха) с учетом интересов охраны здоровья населения. Эта служба вправе запрещать эксплуатацию производственных объектов, приостанавливать строительство и ввод в эксплуатацию различных объектов в случаях их неудовлетворительного санитарного состояния или опасности вредного воздействия на здоровье людей, налагать штрафы, передавать материалы в прокуратуру для привлечения виновных к уголовной ответственности.

Государственный пожарный надзор — Главное управление пожарной охраны Министерства внутренних дел СССР проводит профилактическую работу по борьбе с пожарами и взрывами.

Кроме того, в соответствии с Положением о министерствах, утвержденным постановлением Совета Министров СССР от 10 июля 1967 г., министерства и ведомства осуществляют внутриведомственный контроль на подчиненных им предприятиях, учреждениях за соблюдением законодательства о труде.

Производственное объединение согласно своему Положению обязано обеспечить соблюдение законодательства о труде, правил и норм по охране труда. Такая же обязанность возлагается на администрацию предприятия Положением о предприятии.

При осуществлении внутриведомственного контроля за соблюдением законодательства о труде на предприятиях министерства, ведомства, другие органы управления организуют проверки соблюдения правил и норм по охране

труда, обсуждают эти вопросы на заседаниях коллегии, дают указания об устранении нарушений и о привлечении к ответственности нарушителей либо сами привлекают к ответственности должностных лиц, входящих в номенклатуру министерства.

Правом контроля охраны труда наделены также трудовые коллективы. В ст. 15 Закона СССР о трудовых коллективах от 17 июня 1983 года указано, что они «обсуждают и одобряют комплексные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий и контролируют выполнение этих планов; контролируют использование средств, предназначенных на охрану труда, и соблюдение всеми работниками правил и инструкций по охране труда на предприятиях, в учреждениях, организациях».

Важную роль в осуществлении государственного надзора и общественного контроля в области охраны труда играют профсоюзы.

Государственный надзор профсоюзы осуществляют через техническую и правовую инспекции труда. Техническая инспекция труда проводит надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда, за соответствием технологических процессов, производственных помещений, оборудования, транспортных средств требованиям стандартов безопасности труда, а также правил техники безопасности и производственной санитарии.

Технический инспектор труда имеет право:

- требовать от администрации предоставления необходимых документов и объяснений по вопросам охраны труда;
- проводить обследования зданий и сооружений с целью устранения возможных недостатков;
- запрещать работу на неисправном оборудовании;
- налагать на должностных лиц, нарушающих законодательство о труде и правила по охране труда, штраф до 10 руб. (на главного технического инспектора ЦК профсоюза — до 50 руб.);

— направлять в следственные органы материалы для привлечения виновных к уголовной ответственности. Обязанности и права технических инспекторов труда определены Положением о технической инспекции труда, утвержденным постановлением Президиума ВЦСПС от 26 августа 1977 года.

Правовая инспекция труда утверждена Основами законодательства СССР и союзных республик о труде (ст. 104) и действует в соответствии с Положением о правовой инспекции труда, утвержденным постановлением Президиума

ВЦСПС от 22 ноября 1976 г. Эта инспекция проверяет соблюдение законодательства о труде при приеме на работу, переводах и увольнениях, соблюдение режима рабочего времени, трудовой дисциплины, оплаты труда и т. д.

Общественный контроль состояния охраны труда проводится профсоюзами через комитеты профсоюза, которые осуществляют его с помощью профсоюзного актива через свои комиссии (охраны труда, заработной платы и нормирования труда, социального страхования, по массовой работе и др.), а также через общественных инспекторов по охране труда.

В соответствии с Положением об общественном инспекторе по охране труда, утвержденным Президиумом ВЦСПС от 21 января 1944 г., общественным инспекторам предоставлено право контролировать выполнение законодательства о труде, правил и инструкций по охране труда, проведение мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве. Руководство работой общественных инспекторов возложено на профком предприятия.

Старшим общественным инспектором предприятия является одновременно председатель комиссии по охране труда профкома. Он имеет право:

— посещать в любое время цехи, отделы и бытовые помещения предприятия;

— требовать от администрации необходимых объяснений, документов и сведений, касающихся охраны труда;

— давать через технического инспектора труда по предварительному с ним согласованию обязательные предписания администрации об устранении нарушений правил охраны труда и ставить вопрос о привлечении к ответственности должностных лиц за нарушение законов о труде.

Система управления безопасностью труда на предприятии. В условиях современного производства отдельные, частные мероприятия по улучшению условий труда, предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний являются недостаточно эффективными. Поэтому в настоящее время на некоторых предприятиях ряда отраслей промышленности созданы и действуют системы управления охраной труда (СУОТ). Они представляют собой процесс соединения разрозненных профилактических мер, осуществляемых на всех уровнях производства, в единую систему с целью их эффективного воздействия на повышение безопасности производственного оборудования, технологических и трудовых процессов. Рассмотрим одну из них [12].

Одной из составляющих системы управления охраной труда на промышленном предприятии являются органы

управления (руководитель предприятия, главный инженер, его заместитель по охране труда). Организацию работы по охране труда руководители предприятия осуществляют через руководителей и инженерно-технических работников производственных участков, цехов, служб, отделов и других подразделений. Функции, права и обязанности должностных лиц и других работников изложены в специальных положениях о регламентации их работы в области охраны труда, утвержденных министерствами, ведомствами.

В своей работе по управлению охраной труда органы управления руководствуются законодательными, директивными и нормативными актами по охране труда.

Объектом управления является состояние охраны труда на производственном участке, подразделении и на предприятии в целом, которое определяется уровнем работы по охране труда в подразделениях.

Управление безопасностью труда конкретизируется принятием решений, которые передаются объектам управления на основании анализа поступающей информации о состоянии охраны труда в подразделениях. Персональную ответственность за обоснованность решений и их результаты несет руководитель, принимающий решения (на предприятии — директор, главный инженер, главный специалист, отдел охраны труда; в структурном подразделении — начальник подразделения; на участке — начальник участка; в бригаде — мастер, бригадир).

Процесс управления охраной труда является непрерывным и включает выполнение органом управления основных функций и методов управления, приведенных на рис. 1. Эти функции орган управления выполняет вне зависимости от уровня осуществления управления (в службе, в цехе, на участке, в бригаде или на предприятии).

Функция контроля состояния охраны труда является одной из основных составляющих систем управления охраной труда. От полноты эффективности контроля, его всесторонности и объективности, регулярности и своевременности, а также от действенности решений, принимаемых по материалам контроля, во многом зависит состояние охраны труда на предприятии. Контролю подлежат соблюдение законодательства о труде, выполнение постановлений директивных органов и нормативных документов по охране труда, стандартов ССБТ, т. е. в целом работ по управлению охраной труда.

Одной из эффективных форм контроля со стороны администрации и комитета профсоюза предприятия за состоянием охраны труда является *трехступенчатый* контроль.

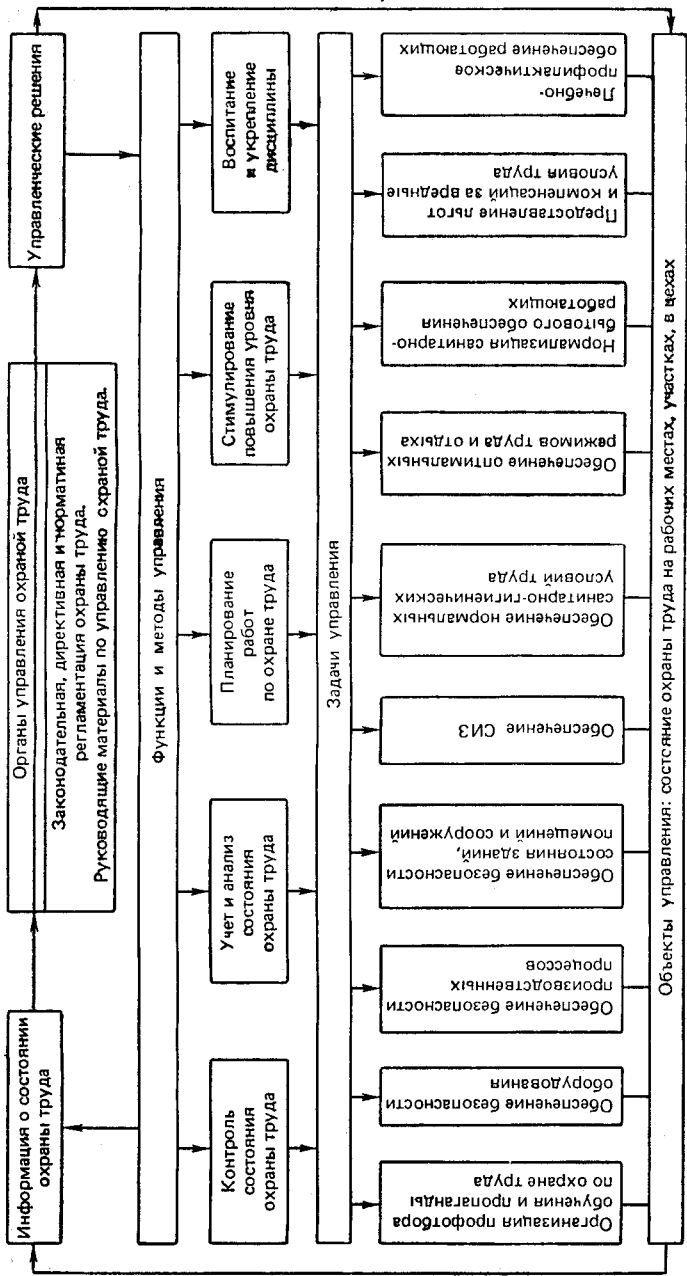


Рис. 1. Функции органов управления охраной труда на предприятии

Первую ступень контроля осуществляют мастер и общественный инспектор по охране труда на своем участке. Ежедневно, перед началом смены, они проверяют состояние охраны труда.

Вторую ступень контроля осуществляют начальник цеха и старший общественный инспектор по охране труда цехового комитета профсоюза совместно с механиком, энергетиком и руководителями других служб цеха. Один раз в неделю они обходят все производственные участки, проверяют состояние охраны труда в подразделениях и работу мастеров в области охраны труда.

Третью ступень контроля осуществляют главный инженер предприятия и председатель комиссии охраны труда профсоюзного комитета с участием начальника отдела охраны труда, главного механика, главного энергетика, главного технолога и руководителей других служб предприятия. Один-два раза в месяц по установленному графику они проверяют состояние охраны труда, выполнение мероприятий, плана соглашения на всех производственных участках отдельных подразделений и на месте решают все вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда и созданием нормальных санитарно-гигиенических условий.

Ежемесячно главный инженер предприятия проводит совещание с руководителями подразделений, общественными инспекторами по охране труда и другими общественными работниками, на которых обсуждаются вопросы ликвидации обнаруженных нарушений по охране труда на предприятии.

На этом совещании начальник отдела охраны труда подробно информирует присутствующих о состоянии охраны труда и производственного травматизма на предприятии, указывает на основные недостатки, предлагает конкретные мероприятия по их устранению.

Главный инженер принимает решение по вопросам охраны труда, которые не были решены цеховым персоналом.

На совещаниях намечаются конкретные мероприятия по устранению выявленных недостатков с указанием срока выполнения и ответственных исполнителей. В случае необходимости издается приказ по предприятию. Проводится контроль за состоянием охраны труда должностными лицами и службами, взаимопроверкой подразделений, а также государственный надзор, ведомственный и общественный контроль.

Учет и анализ состояния охраны труда на предприятии осуществляется путем изучения и обобщения показателей

состояния охраны труда на объектах управления, причин выявленных недостатков и нарушений правил и норм по охране труда, невыполнения мероприятий по охране труда, а также путем разработки мер по их устранению.

Аналізу подлежат материалы о несчастных случаях, профессиональных и общих заболеваниях; материалы всех видов контроля состояния охраны труда; данные санитарно-технических паспортов и паспортов основных, вспомогательных средств охраны труда предприятий, цехов, участков, рабочих мест и другие документы.

Таким образом, учет и анализ дают возможность определить уровень состояния охраны труда и эффективность управления ею.

Мероприятия по охране труда разрабатываются отделами охраны труда и включаются в планы научной организации труда по новой технике, а также в коллективный договор и прилагаемое к коллективному договору соглашение по охране труда между администрацией и профорганизацией.

Современное планирование делится на перспективное (на пятилетку), текущее (на год) и оперативное (на квартал, месяц, декаду) и осуществляется согласно «Номенклатуре мероприятий по охране труда», утвержденной Президиумом ВЦСПС 31 марта 1980 г. На основе указанной Номенклатуры разрабатываются единые комплексные пятилетние планы улучшения условий и охраны труда, санитарно-оздоровительных мероприятий.

В профилактике производственного травматизма и профзаболеваний важное значение имеет планирование работы по охране труда в звене цех — участок. В планах предусматривается организация социалистического соревнования коллективов бригад, участков и цехов за безопасный труд с ежемесячным подведением итогов, проведение трехступенчатого контроля за состоянием охраны труда, развитие в коллективах самоконтроля, проведение взаимопроверок и контроля за выполнением номенклатурных мероприятий по охране труда.

Стимулирование работы по повышению уровня охраны труда обеспечивается системой морального и материального стимулирования работников, которая основывается на анализе фактического состояния безопасности труда.

Виды и формы стимулирования определяются администрацией предприятия и профсоюзной организацией на основе постановлений вышестоящих организаций и ВЦСПС.

Функция воспитания и укрепления дисциплины направлена на воспитание у работающих чувства высокой ответ-

ственности за личную безопасность и безопасность своих товарищей, сознательного отношения к работе, полного и точного выполнения трудовых обязанностей, а также непримиримого отношения к нарушителям трудовой и технологической дисциплины. Воспитательная работа в области охраны труда должна проводиться в тесном единстве с политическим и нравственным воспитанием.

В процессе управления охраной труда в соответствии с рассматриваемой схемой решаются следующие задачи: организация профессионального отбора, обучения и пропаганды по охране труда; обеспечение безопасности оборудования, производственных процессов, безопасности состояния зданий, помещений и сооружений, нормальных санитарно-гигиенических условий труда; обеспечение средствами индивидуальной защиты; оптимальных режимов труда и отдыха; нормализация санитарно-бытового обеспечения работающих; предоставление льгот и компенсаций за вредные условия труда; лечебно-профилактическое обеспечение работающих.

Для сбора, хранения, обработки и передачи информации с целью объективности ее оценки, систематического и своевременного установления причин несчастных случаев и профзаболеваний, а также разработки эффективных мероприятий по охране труда на многих предприятиях создают автоматизированную СУОТ. Она является подсистемой автоматизированной системы управления промышленным предприятием. Указанная подсистема позволяет отделу охраны труда оперативно перерабатывать большое количество информации, вводить необходимые данные в электронный «мозг» и направить деятельность сотрудников отдела на осуществление ими инженерных функций профилактической работы.

Организация обучения безопасным методам труда. Одной из важных форм организации работы на предприятии по обеспечению безопасности труда является ознакомление рабочих и служащих с правилами по охране труда.

В соответствии со ст. 60 Основ законодательства СССР и союзных республик о труде (ст. 157 КЗоТ УССР) на администрацию возлагается систематическое проведение инструктажа рабочих и служащих по охране труда. В соответствии с ГОСТом 12.0.004-79 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения» инструктаж и обучение работающих безопасности труда проводится на всех предприятиях и в организациях независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации, стажа работы по данной профессии и должности.

Инструктаж проводится по инструкциям, утвержденным главным инженером предприятия, которые разработаны с учетом конкретных условий работы и профессии инструктируемого. Общее руководство и ответственность за правильную организацию инструктажа и обучение в целом по предприятию возлагаются на главного инженера, а контроль за своевременностью и качеством обучения в целом по предприятию — на отдел охраны труда.

По характеру и времени проведения инструктаж делится на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводится со всеми поступающими на работу, независимо от их образования, стажа работы по данной профессии, а также с командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Он включает следующие основные вопросы:

- охрана труда в СССР;
- вредные производственные факторы;
- правила внутреннего трудового распорядка предприятия;
- назначение спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, правила пользования ими при работе;
- правила электробезопасности, освобождения пострадавшего от токоведущих частей и оказания первой помощи при поражении электрическим током;
- значение промышленной вентиляции и правила пользования вентиляционными устройствами;
- правила поведения работающих при авариях, несчастных случаях и порядок составления акта о несчастном случае, связанном с производством;
- правила безопасности при работе с ядовитыми и вредными веществами;
- правила пожарной безопасности;
- организация работы по охране труда на предприятиях.

Программа вводного инструктажа утверждается главным инженером предприятия. Его продолжительность около восьми часов. Инструктаж проводится работником отдела охраны труда предприятия в кабинете охраны труда, который является организационным и методическим центром пропаганды безопасных методов труда и базой для инструктажа и обучения по охране труда работающих.

Проведение вводного инструктажа записывается в специальном журнале с обязательной подписью инструктирующего.

шего и инструктируемого. Последнему выдается общая инструкция по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится со всеми вновь принятыми на предприятие с целью обстоятельного изучения особенностей исполнения конкретной работы с точки зрения охраны труда. Во время проведения первичного инструктажа подробно знакомят рабочих с технологическим процессом и оборудованием, инструментами и приспособлениями, перечнем основных опасных и вредных производственных факторов, безопасной организацией и содержанием рабочего места, средствами индивидуальной защиты, безопасными методами и приемами труда, действиями при возникновении опасной ситуации, мерами предупреждения пожара, способами применения и местами расположения средств пожаротушения и сигнализации и др.

Все рабочие после первичного инструктажа на рабочем месте и проверки знаний в течение первых двух — пяти смен (в зависимости от стажа, опыта и характера работы) сначала выполняют работу под наблюдением мастера или бригадира, а затем самостоятельно с фиксацией в специальном журнале даты и подписи инструктирующего. Инструктируемому выдается на руки инструкция по безопасности работ по данной профессии или вывешивается на рабочем месте.

Повторный инструктаж проводится с целью проверки и углубления ранее полученных знаний один раз в шесть месяцев.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении правил по охране труда, технологического процесса; замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья; в случае нарушения работником требований безопасности труда, которые привели или могут привести к травме, аварии, взрыву или пожару; перерывах в работе (более тридцати дней для работ с повышенными требованиями безопасности труда, и шестидесяти дней для остальных работ).

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется наряд-допуск (в действующих электроустановках).

Лица, работающие на участках с повышенной опасностью (регулировщики, испытатели радиоаппаратуры, электромонтеры, крановщики, сварщики, водители внутривозовского транспорта и др.), кроме указанных выше инструктажей проходят обязательное обучение безопасным приемам труда по специальным программам, утвержденным главным

инженером предприятия и согласованным с Госгортехнадзором или Госэнергонадзором, со сдачей экзамена на право выполнения соответствующих работ. К указанным работам допускаются лица, достигшие восемнадцати лет, успешно сдавшие экзамен и получившие удостоверение на право самостоятельной работы, а к обслуживанию электроустановок допускаются рабочие, получившие соответствующую квалификационную группу по технике безопасности в соответствии с требованиями Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

§ 1.3. Производственные несчастные случаи и профессиональные заболевания

Опасные и вредные производственные факторы. Анализ причин производственного травматизма показывает, что ежегодно от 33 до 47 % несчастных случаев происходит вследствие наличия опасных и вредных производственных факторов.

В соответствии с ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Термины и определения» к опасным производственным факторам относятся факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к травме, а к вредным — факторы, приводящие к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасные и вредные производственные факторы согласно ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» подразделяются по природе действия на четыре группы: *физические, химические, биологические* и *психофизиологические*, каждая из которых подразделяется на подгруппы.

К *физическим* факторам относятся движущиеся машины и механизмы; несоответствие нормам микроклимата в рабочей зоне; недопустимые уровни шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных и ионизирующих излучение; электрический ток; недостатки освещения и др.

К *химическим* факторам относятся вредные для организма человека вещества: общетоксические, раздражающие, канцерогенные (вызывающие развитие опухолей), сенсibiliзирующие (вызывающие аллергические заболевания), мутагенные (влияющие на половые клетки организма). В эту группу входят вредные пары бензола и толуола, окись углерода, сернистый газ, окись азота, хлор, а также аэрозоли свинца, соединения хрома, токсичные пыли, образующиеся при обработке резанием свинцовистых бронз и латуней,

слоистых пластиков, керамики, полупроводниковых материалов. Кроме этого к ним относятся агрессивные жидкости, которые могут вызвать острые и хронические заболевания кожи: кислоты, щелочи, лаки, растворители, эпоксидные смолы и др.

К *биологическим* факторам относятся микроорганизмы (бактерии, вирусы, спирохеты) и макроорганизмы (растения и животные).

К *психофизиологическим* факторам — физические и нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, монотонность труда и эмоциональные перегрузки.

Наиболее опасными производственными факторами являются вредные вещества. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» *вредным веществом называют вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности вызывает производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, как в процессе работы, так и в последующие годы.*

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности: 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные.

В результате действия опасных и вредных производственных факторов, вредных веществ могут иметь место *несчастные случаи и профессиональные заболевания.*

Несчастные случаи на производстве — это случаи с работником, связанные с воздействием на него опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или задания руководителя работ, которые приводят к травме. К травмам относятся ушибы, переломы, ожоги, ранения, поражения электрическим током, острые отравления и др.

Производственная травма — травма, полученная работающим на производстве и вызванная несоблюдением требований безопасности труда.

По тяжести исхода несчастные случаи бывают:

- без потери трудоспособности;
- с потерей трудоспособности до трех дней включительно;
- с потерей трудоспособности на четыре дня и больше;
- тяжелые (с инвалидным исходом);
- смертельные.

Заключение о тяжести травмы дают врачи, руковод-

ствуясь соответствующей классификацией, утвержденной Министерством здравоохранения СССР.

Все несчастные случаи делятся на связанные с производством, работой и бытовые.

Несчастный случай считается связанным с производством, если он произошел:

— в течение рабочего времени (включая установленные перерывы);

— перед началом и по окончании работ;

— при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни на территории предприятия и вне предприятия;

— при выполнении пострадавшим задания администрации предприятия;

— при следовании на предоставленном предприятием транспорте на работу и с работы.

Если в результате расследования установлено, что несчастный случай произошел при изготовлении пострадавшим в личных целях без разрешения администрации каких-либо предметов или использовании в личных целях транспортных средств, механизмов, оборудования, инструмента, материальных ценностей, принадлежащих предприятию или при их хищении; при спортивных играх на территории предприятия; в результате опьянения, если оно явилось следствием употребления работником алкоголя или применяемых в производственных процессах технических спиртов, наркотических и других веществ, то он может быть признан не связанным с производством.

Сам по себе факт опьянения исключает связь несчастного случая с производством. Если в результате расследования установлено, что травма связана с опьянением, но основной технической или организационной причиной ее явилось нарушение правил и норм охраны труда (неудовлетворительное состояние оборудования, проходов, освещения, необученность пострадавшего, неправильная организация или отсутствие надзора за производством работ), то несчастный случай должен быть признан связанным с производством.

Несчастный случай считается связанным с работой, если он произошел:

— при выполнении трудовых обязанностей, в том числе во время командировок;

— при совершении каких-либо действий в интересах предприятия, хотя и без поручения администрации;

— при выполнении государственных или общественных обязанностей, связанных с предприятием, в котором работник

работает, а также при выполнении заданий советских, партийных и профсоюзных организаций, даже если эти задания не связаны с основной работой;

— вблизи предприятия в течение рабочего времени, включая и установленные перерывы, если нахождение там не противоречило правилам внутреннего трудового распорядка;

— во время следования на работу или с работы (не на транспорте предприятия);

— при выполнении донорских функций;

— при выполнении долга гражданина СССР по спасению человеческой жизни, охране социалистической собственности и социалистического правопорядка;

— во время спортивных соревнований, если работник на них был направлен администрацией предприятия или профсоюзным комитетом.

Предприятия за такие несчастные случаи ответственности не несут.

Все остальные несчастные случаи относятся к бытовым.

Для разработки мер, предупреждающих несчастные случаи, необходимо выявлять вызвавшие их причины. Общепринятой классификации причин несчастных случаев не существует. Однако анализ причин несчастных случаев позволяет сгруппировать их условно на *технические, организационные, санитарно-гигиенические, психофизиологические, экономические и социально-психологические*.

К *техническим* причинам относятся конструктивные недостатки машин и другого производственного оборудования; несоответствие требованиям безопасности конструкций и технологических режимов; неправильный выбор оборудования, оснастки, режимов обработки, сборки и транспортирования; несоблюдение сроков планово-предупредительных ремонтов; несовершенство средств индивидуальной защиты; отсутствие или неисправность оградительных устройств, блокировок и др.

К *организационным* причинам относятся недостатки в обучении и инструктаже; нарушение режима труда и отдыха; неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест, неисправности защитных средств; отсутствие средств индивидуальной защиты и др.

К *санитарно-гигиеническим* причинам относится неудовлетворительное состояние производственной среды (метеословия, освещение, шум, вибрации и др.).

К *психофизиологическим* причинам относятся грубые ошибки в работе, связанные с усталостью; недостаточное внимание при работе; монотонные условия труда; нарушение

правил безопасного выполнения работ, трудовой и производственной дисциплины; компоновка рабочего места без учета анатомических особенностей человека.

К *экономическим причинам* относятся неритмичность работы, стремление к сверхурочным работам, недостатки в жилищных условиях, в обеспеченности детскими учреждениями, нарушение сроков выдачи заработной платы и др.

К *социально-психологическим причинам* относятся нездоровый психологический климат в коллективе.

Профессиональные заболевания являются результатом воздействия на работников вредных условий труда.

Министерством здравоохранения СССР и ВЦСПС 25—26 февраля 1970 г. утвержден Список профессиональных заболеваний и Инструкция по его применению. Этот список включает специфические профессиональные заболевания, которые развиваются под влиянием вредных факторов, свойственных данной профессии, условий труда, характерных для того или иного производства, а также заболевания, встречающиеся в данных условиях чаще, чем иные.

Профессиональные заболевания и отравления расследуются и учитываются органами здравоохранения (медсанчастями предприятий, санитарно-эпидемическими станциями). Порядок их расследования определен Министерством здравоохранения СССР в «Положении об извещении и регистрации профессиональных отравлений и профессиональных заболеваний».

Расследованию подлежат все впервые выявленные хронические профессиональные заболевания, отравления и каждый случай острого профессионального заболевания.

Для предприятий радиоэлектронной промышленности характерны следующие профессиональные заболевания:

— отравления (острые, хронические и их последствия), вызываемые веществами, обладающими токсическим действием (цианистый водород, мышьяковый и мышьяковистый ангидриды, фосфор желтый, синильная кислота и ее соли, сероуглерод, глицерин, формалин, бензол, трихлорэтилен, свинец, ртуть, хлор, фтор, аммиак и др.);

— пневмокониозы — заболевания органов дыхания, вызванные длительным вдыханием пылей, содержащих двуокись кремния, алюминий, олово, а также слюдяной, ферритовой, электросварочной и других пылей;

— бериллиоз — заболевание органов дыхания, которое вызывается при вдыхании пыли бериллия и его соединений;

— острые и хронические заболевания кожи (дерматиты, экземы) возникают от систематического соприкосновения

с раздражающими веществами (лаками, растворителями, кислотами, щелочами и др.);

— катаракта — заболевание роговицы глаз, возникающее под действием лучистой энергии значительной интенсивности и при систематическом воздействии нитросоединений бензола;

— электроофтальмия — заболевание слизистой и роговой оболочки глаз под действием ультрафиолетового излучения;

— конъюнктивиты — заболевание слизистой оболочки века глаза, возникающее при воздействии раздражающих веществ (сероводорода, органических растворителей, пыли стекловолокна и др.).

Наличие профессионального заболевания устанавливается компетентными медицинскими органами (специализированными клиниками, научно-исследовательскими учреждениями).

Расследование, регистрация и учет производственных несчастных случаев. Для выявления нарушений норм по охране труда и предотвращения травматизма важное значение имеет единый для всех отраслей народного хозяйства порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве, определенный «Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве» № 11-6, которое утверждено Президиумом ВЦСПС 13 августа 1982 г.

Расследованию и учету подлежат все несчастные случаи, происшедшие на производстве и связанные с острыми отравлениями, тепловыми ударами, поражениями молниями, обмороживанием. Однако острые отравления могут быть отнесены к несчастным случаям, если они вызваны внезапным событием (например, взрывом баллона с ядовитым газом), т. е. моментальным воздействием на организм человека ядовитых веществ. Острые отравления обнаруживаются очень быстро. Случаются и хронические отравления или заболевания, связанные с профессиональными вредностями. Такие случаи расследуются в соответствии с «Положением об извещении и регистрации профессиональных отравлений и профессиональных заболеваний».

Целью расследования несчастных случаев является установление обстоятельств и причин, вызвавших эти случаи, оформление акта об их происшествии, а также разработка мероприятий, направленных на устранение этих причин.

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец происшествия должен немедленно сообщить непосредственному руководителю (мастеру, началь-

нику участка и др.), который обязан: срочно организовать первую помощь пострадавшему, доставку его в здравпункт или вызвать врача; сообщить о случившемся начальнику цеха или другому руководителю, которые ставят в известность о происшедшем несчастном случае руководителя и профсоюзный комитет предприятия; сохранить до начала расследования обстановку на рабочем месте в таком состоянии, как и в момент несчастного случая, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих, а также не приведет к аварии и не нарушит непрерывный производственный процесс.

Администрация предприятия должна срочно создать комиссию по расследованию несчастного случая в составе начальника цеха (подразделения), начальника отдела (инженера) охраны труда предприятия, общественного (старшего общественного) инспектора по охране труда или другого представителя профсоюзного комитета предприятия. Комиссия обязана в течение двадцати четырех часов расследовать обстоятельства и причины, при которых произошел несчастный случай, составить акт по форме Н-1 в четырех экземплярах, разработать мероприятия по предупреждению несчастных случаев и направить их руководителю предприятия на утверждение.

Руководитель предприятия обязан немедленно принять меры по устранению причин несчастного случая, рассмотреть и утвердить акт. По одному экземпляру утвержденного акта направить начальнику цеха, начальнику отдела охраны труда, профсоюзному комитету и техническому инспектору труда, контролирующему предприятие.

Если администрация предприятия приходит к выводу, что расследуемый несчастный случай не связан с производством, она обязана внести этот вопрос на рассмотрение профсоюзного комитета. При согласии профсоюзного комитета с выводом администрации на акте формы Н-1 (в правом верхнем углу) делается запись: «Несчастный случай не связан с производством. Постановление профсоюзного комитета от (дата), протокол № », которая удостоверяется печатью.

При несогласии профсоюзного комитета с выводом администрации указанная запись не делается и несчастный случай считается связанным с производством.

В тех случаях, когда пострадавший не сообщил о несчастном случае в течение рабочей смены или когда потеря трудоспособности наступила не сразу после несчастного случая, а спустя некоторое время, он должен быть расследован в срок не более двух недель со дня подачи заявления пострада-

давшим или заинтересованным лицом. В этом случае вопрос о составлении акта по форме Н-1 решается после всесторонней проверки заявления работника о происшедшем несчастном случае с учетом всех обстоятельств, медицинского заключения о характере травмы и причине ее происхождения, показаний свидетелей и других доказательств.

В случае отказа администрации составить акт по форме Н-1, а также при несогласии пострадавшего с содержанием акта или квалификацией несчастного случая, пострадавший вправе обратиться по этим вопросам в профсоюзный комитет предприятия, который в срок не более семи дней должен рассмотреть заявление и принять решение, являющееся обязательным для исполнения администрацией.

При необходимости профсоюзный комитет запрашивает заключение технического инспектора труда. Его заключение о связи несчастного случая с производством является обязательным для администрации предприятия и профсоюзного комитета.

Специальному расследованию подлежат несчастные случаи со смертельным исходом; групповые несчастные случаи, происшедшие одновременно с двумя и более работниками, независимо от тяжести травм пострадавших; несчастные случаи с тяжелым исходом. Об этих случаях руководитель предприятия обязан немедленно сообщить руководителю вышестоящего хозяйственного органа; техническому инспектору труда; областному (городскому, краевому, республиканскому) комитету профсоюза; Совету профсоюзов; в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая; местным органам Госгортехнадзора СССР и Главгосэнергонадзора, если указанные несчастные случаи произошли на объектах, подчиненных этим органам. О несчастном случае со смертельным исходом руководитель предприятия ставит в известность министерство, ЦК профсоюза, а в республиках — республиканский Совет профсоюзов. При несчастных случаях, когда погибли два и более человек, ЦК профсоюза и Совет профсоюзов сообщают ВЦСПС.

Специальное расследование проводится комиссией в составе технического (главного технического) инспектора труда Центрального Комитета или Совета профсоюзов, представителя вышестоящей организации, руководителя (заместителя руководителя) предприятия, представителя профсоюзного комитета предприятия. На предприятиях, подчиненных Госгортехнадзору, в комиссию включается и его инспектор.

Расследование несчастного случая с особо тяжелыми последствиями (когда погибли пять и более человек) проводит-

ся комиссией, назначаемой министром, руководителем ведомства СССР или Советом Министров союзной республики. В необходимых случаях расследование несчастного случая проводится комиссией, создаваемой решением Совета Министров СССР.

Комиссия по специальному расследованию немедленно расследует несчастный случай и в течение десяти дней составляет акт расследования, оформляет другие необходимые документы и материалы (планы, схемы, фотоснимки места происшествия, объяснения очевидцев, должностных лиц, выписки из инструкций, положений, приказов и др.).

Технический (главный технический) инспектор труда, проводивший специальное расследование несчастного случая, в десятидневный срок направляет материалы специального расследования на предприятие, в вышестоящий хозяйственный орган, областной (городской, районный) комитет профсоюза, совет профсоюзов, прокуратуру по месту происшествия несчастного случая. По несчастному случаю, происшедшему на предприятии, подчиненном Госгортехнадзору СССР, Главгосэнергонадзору, материалы расследования направляются в их местные органы.

Материалы специального расследования несчастных случаев со смертельным исходом направляются в соответствующие министерства, ведомства, ЦК профсоюза и ВНИИОТ ВЦСПС.

Руководитель предприятия и руководитель вышестоящего хозяйственного органа обязаны рассмотреть акт и материалы специального расследования несчастного случая, издать приказ (распоряжение) по выполнению предложенных комиссией мероприятий и наказанию виновных лиц. О принятых мерах письменно сообщается техническому инспектору труда, а на объектах, подчиненных Госгортехнадзору СССР или Главгосэнергонадзору, — их местным органам.

Все несчастные случаи, оформленные актом по форме Н-1, регистрируются на предприятии в специальном журнале. Акт формы Н-1 с материалами расследования подлежит хранению в течение 45 лет на предприятии, где взят на учет несчастный случай.

На основании актов формы Н-1 администрация предприятия составляет отчет о пострадавших при несчастных случаях по установленной Госкомстатом единой форме 9-Т и представляет его в установленном порядке в соответствующие организации. Отчет подписывается руководителем и председателем профсоюзного комитета предприятия.

В отчет отдельной строкой включаются данные о несчастных случаях, признанных не связанными с производством.

Расследование несчастных случаев, происшедших в пути на работу или с работы (за исключением случаев следования на транспорте, представленном организацией) и в быту, проводится в соответствии с Положением о порядке расследования несчастных случаев, происшедших в быту, в пути на работу или с работы, утвержденным Президиумом ВЦСПС 16 ноября 1976 г.

Эти случаи расследуются комиссией социального страхования профсоюзного комитета с участием администрации и с помощью самого пострадавшего. Результаты расследования оформляются актом по форме БТ. Он составляется в одном экземпляре и подписывается лицами, проводившими расследование. Хранится с больничным листом (справкой) и по требованию пострадавшего администрация выдает ему копию заверенного акта о несчастном случае.

Ответственность за своевременное и правильное расследование и учет несчастных случаев, а также за выполнение мероприятий по их предотвращению, указанных в материалах расследования, несут руководитель предприятия (главный инженер предприятия), начальники подразделений предприятия.

В соответствии с законодательством об охране труда (ст. 67) Основ законодательства, ст. 173 КЗоТ УССР) предприятия, учреждения, организации несут материальную ответственность за ущерб, причиненный рабочим и служащим увечьем или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением своих трудовых обязанностей.

Ущерб, причиненный работнику в связи с повреждением здоровья, возмещается при двух условиях: если несчастный случай произошел по вине предприятия и если увечье или иное повреждение здоровья было непосредственно связано с выполняемой работой.

Степень утраты трудоспособности устанавливается врачебно-трудовыми экспертными комиссиями (ВТЭК). Потерпевшие направляются во ВТЭК администрацией предприятия, на котором причинено увечье.

Контроль за правильным и своевременным расследованием и учетом несчастных случаев, а также за выполнением мероприятий по их предотвращению осуществляют вышестоящие органы, комитеты профсоюза, общественные инспекторы по охране труда, технические инспекторы труда и местные органы Госгортехнадзора.

С целью определения основных причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний, для разработки и планирования мероприятий по их предупреждению и целе-

направленного финансирования используется ряд методов анализа производственного травматизма.

Статический метод основан на статическом анализе актов о несчастных случаях по форме Н-1 и отчетов предприятия по форме 9-Т; он дает полное представление о числе и характере несчастных случаев на данном участке, в цехе, на предприятии.

Для определения уровня производственного травматизма в цехе, на предприятии, в целом по отрасли, его тяжести и с целью сравнения их изменения за анализируемый период времени используются относительные показатели: коэффициент частоты и коэффициент тяжести.

Коэффициент частоты производственного травматизма определяет число травм за определенный период времени, приходящихся на 1000 работающих.

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{N} \cdot 1000,$$

где T — число пострадавших при несчастных случаях за анализируемый период времени с потерей трудоспособности на один и более дней; N — среднесписочное число работающих за тот же период времени.

Коэффициент тяжести травматизма определяет среднюю продолжительность нетрудоспособности, вызванную одним несчастным случаем

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T},$$

где D — общее число дней нетрудоспособности всех пострадавших за анализируемый период времени с потерей трудоспособности на один и более дней.

Этот коэффициент не учитывает смертельные случаи и перевод на инвалидность, поэтому не полностью характеризует тяжесть травматизма.

При *групповом* методе акты по форме Н-1 группируют по определенным признакам: возрасту, полу, стажу работы, времени травмирования, виду оборудования, причинам и др. Он позволяет сделать вывод об оборудовании, профессиях и работах, наиболее подверженных травматизму.

Топографический метод заключается в изучении причин несчастных случаев по месту их происшествя. При этом на плане расположения оборудования на участке и цехе отмечают места, где произошли несчастные случаи, т. е. места травматизма. Это позволяет выявить травмоопасные участки и принять профилактические меры.

Монографический метод состоит в детальном рассмотрении всех обстоятельств отдельного несчастного случая путем изучения оборудования, инструмента, сырья, технологического и трудового процесса, индивидуальных защитных средств, условий труда, наличие опасных и вредных факторов, показаний свидетелей, описания обстоятельств и причин несчастного случая, заключения специалистов и т. д. Этот метод позволяет выявить не только причины данного несчастного случая, но и скрытые опасности, существующие на изучаемом участке.

Гигиеническая оценка условий труда. Профилактика заболеваний — основная задача органов здравоохранения.

Влияние разнообразных факторов внешней среды на здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни изучает наука о здоровье — *гигиена*.

Одной из основных задач гигиены является разработка гигиенических нормативов и санитарных мероприятий по оздоровлению внешней среды с целью создания наиболее благоприятных условий для сохранения здоровья, предупреждения заболевания, обеспечения высокой работоспособности и увеличения продолжительности жизни.

Гигиена труда — отрасль гигиены, изучающая влияние на организм человека трудовых процессов и окружающей производственной среды, она разрабатывает гигиенические нормативы и лечебно-профилактические мероприятия по обеспечению благоприятных условий труда и предупреждению профессиональных заболеваний.

В соответствии с ГОСТ 19605-74 *под условиями труда понимают совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда*.

В процессе трудовой деятельности человек вступает во взаимодействие с действующим производственным оборудованием, технологическими процессами, сопровождающимися выделением тепла, шума, вибрации, пыли, вредных веществ, различных излучений и др. Все эти факторы в совокупности воздействуют на здоровье, работоспособность, отношение к труду, результаты труда работающих, поэтому они должны строго нормироваться, т. е. соответствовать требованиям ГОСТов, санитарных норм и правил.

Так, гигиенические требования к устройству и содержанию промышленных предприятий изложены в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий (СН245-71). Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, температура, влажность

и скорость движения воздуха для производственных помещений регламентирует ГОСТ 12.1.005—76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования». Допустимые уровни шума и вибрации устанавливают соответственно ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.1.012-78 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности», а допустимые уровни звукового давления на рабочих местах — ГОСТ 12.1.001-83 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности».

Кроме этого, имеются соответствующие ГОСТы, в которых определены условия труда при воздействии на работающих других опасных и вредных производственных факторов.

Глава 2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

§ 2.1. Защита от опасного воздействия электрического тока

Действие электрического тока на человека. Среди общего количества производственных несчастных случаев электротравмы составляют всего 0,5...1 %, однако среди случаев со смертельным исходом — до 40 %. При этом 60...85 % смертельных поражений электрическим током происходит в электроустановках напряжением до 1000 В (220...380 В), которые наиболее широко распространены на предприятиях и в быту.

Особенности электротравматизма. По сравнению с другими видами несчастных случаев электротравматизм имеет следующие особенности: организм человека не обладает органами, с помощью которых можно дистанционно определять наличие напряжения, и поэтому защитная реакция организма появляется только после попадания под напряжение; ток, протекающий через человека, действует не только в местах контактов и на пути протекания, но и вызывает рефлекторное действие — нарушение нормальной деятельности органов дыхания, сердечно-сосудистой и нервной систем; возможность получения электротравм не только при прикосновении к частям электроустановки, но и без непосредственного контакта с этими частями — поражения через электрическую дугу или напряжением шага.

Электрический ток может вызвать термическое (ожог), химическое (электролиз жидкости), механическое (разрыв тканей) и биологическое (нарушение биологических процессов) действия. Эти действия условно сводятся к двум основ-

ным видам поражений: *электрическим травмам и электрическим ударам.*

Электрические травмы — это местные поражения тканей и органов: электрические ожоги, знаки и электрометаллизация кожи. Электрические ожоги возникают при протекании через тело тока более 1 А. Электрические знаки (метки тока) представляют собой пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи в месте контакта с электродами, обычно имеют круглую или овальную форму с резко очерченными краями размерами до 10 мм. Металлизация кожи — это пропитывание поверхности кожи частицами металла при его разбрызгивании или испарении под воздействием электрического тока. К травмам относят также механические повреждения в результате произвольных судорожных сокращений мышц или падения с высоты (разрывы тканей, кожи, кровеносных сосудов и нервов, вывихи суставов, переломы костей), а также электроофтальмию — воспаление глаз в результате действия ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрические удары — это возбуждение живых тканей электрическим током. Они могут вызывать судорожное сокращение мышц без потери сознания, с потерей сознания, без поражения или с поражением работы сердца и органов дыхания, а также клиническую смерть. Клиническая смерть — это переходное состояние организма от жизни к смерти. Признаки клинической смерти следующие: остановка сердца, и, как следствие, отсутствие пульса, отсутствие дыхания, синевато-бледный кожный покров, зрачки глаз резко расширены (вследствие кислородного голодания коры головного мозга) и не реагируют на свет. В период клинической смерти происходит гибель клеток коры головного мозга, очень чувствительных к кислородному голоданию. Обычно длительность клинической смерти составляет шесть — восемь минут.

Факторы, обуславливающие исход поражения при электротравме. Основным поражающим фактором является ток, протекающий через человека. Установлены пороговые (наименьшие) токи:

ощутимый, вызывающий едва ощутимое раздражение при прохождении через организм (0,6...1,5 мА при переменном токе частотой 50 Гц и 5...7 мА при постоянном токе);

неотпускающий, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник (10...15 мА при переменном токе частотой 50 Гц и 50...80 мА при постоянном токе);

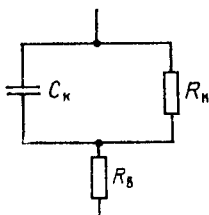


Рис. 2. Электрическая схема сопротивления тела человека

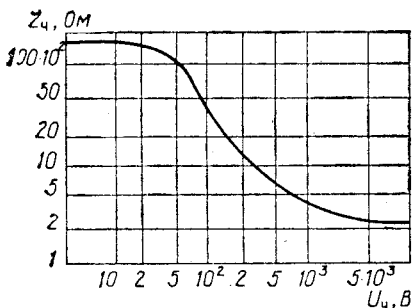


Рис. 3. Зависимость сопротивления тела человека от приложенного напряжения

фибрилляционный, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца, т. е. одновременное хаотическое сокращение волокон сердечной мышцы, при котором нарушается кровообращение (100 мА при переменном токе 50 Гц и 300 мА при постоянном токе).

Предельно допустимый ток через человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановок не должен превышать следующих значений: 0,3 мА при переменном токе частотой 50 Гц; 0,4 мА — 400 Гц и 1 мА при постоянном токе (ГОСТ 12.1.038-82). При высокой температуре (выше 25 °С) и большой влажности (относительная влажность воздуха более 75 %) допустимый ток следует уменьшить в три раза.

Сопротивление тела человека электрическому току состоит из сопротивления кожи в местах контактов (C_k и R_k) и сопротивления внутренних органов (R_b , рис. 2). Наибольшее сопротивление имеет кожа, особенно верхний роговой ее слой. Сопротивление кожи зависит от ее состояния (чистая — грязная, сухая — влажная, наличие повреждений), плотности и площади контактов. Сопротивление тела человека обратно пропорционально приложенному напряжению (рис. 3). При расчетах условно считают, что сопротивление тела человека активно линейно и равно 1000 Ом.

Напряжение на человеке влияет на исход поражения, определяя сопротивление тела и протекающий ток. Предельно допустимое напряжение на человеке при нормальном (неаварийном) режиме электроустановок не должно превышать следующих значений: 2 В при переменном токе частотой 50 Гц, 3 В — 400 Гц и 8 В при постоянном токе. При высокой температуре и высокой влажности, аналогично

допустимому току, допустимое напряжение следует уменьшить в три раза (ГОСТ 12.1.038-82).

Наиболее опасными для человека являются токи частотой 20—200 Гц. С повышением и понижением частоты опасность поражения уменьшается и полностью исчезает при частотах выше 400 кГц, хотя высокочастотные токи могут вызвать ожоги. Постоянный ток менее опасен, но это справедливо только для напряжений до 300 В. При дальнейшем повышении напряжения опасность постоянного тока растет и при напряжении более 600 В он значительно опаснее переменного. Выпрямленные токи содержат постоянную и переменную составляющие и обуславливают комплексное воздействие.

Большое значение имеет продолжительность протекания тока, при увеличении которой сопротивление и сопротивляемость организма уменьшаются. Зависимость между допустимыми для человека значениями тока, напряжения и длительностью его воздействия при аварийном режиме электроустановок напряжением до 1000 В с любым режимом нейтрали и выше 1000 В с изолированной нейтралью приведены в табл. 1 (ГОСТ 12.1.038-82).

На исход поражения влияет путь тока в теле человека. Возможных путей (петель тока) много, однако наиболее часто встречаются такие: правая рука — ноги, левая рука — ноги, рука — рука, нога — нога. Наиболее опасны случаи прохождения тока через голову и грудную клетку.

Опасность воздействия тока зависит от индивидуальных особенностей человека (массы и физического развития), а также от состояния нервной системы и всего организма. Большое значение имеет «фактор внимания», ослабляющий опасность тока.

На исход поражения влияет окружающая среда. В соответствии с Правилами устройства электроустановок помещения разделяются на три категории:

1. Помещения с повышенной опасностью. Они характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха превышает 75 %); токопроводящей пыли (металлической или угольной), токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных и др.); высокой температуры (температура воздуха превышает постоянно или периодически более одних суток + 35 °С); возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. д., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

Т а б л и ц а 1. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения (U) и тока через человека (I) при аварийном режиме электроустановок напряжением до 1000 В с любым режимом нейтрали и выше 1000 В с изолированной нейтралью

Род и частота тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые уровни при продолжительности воздействия тока, с										Свыше 1,0	
		0,01—0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		1,0
Переменный	$U_{д}$, 50 Гц	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	$I_{д}$												6
400 Гц	$U_{д}$	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36
	$I_{д}$												8
Постоянный	U	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	40
	I												15
Выпрямленный двухполупериодный	I_a, U_a	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	—
	однополупериодный	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	—

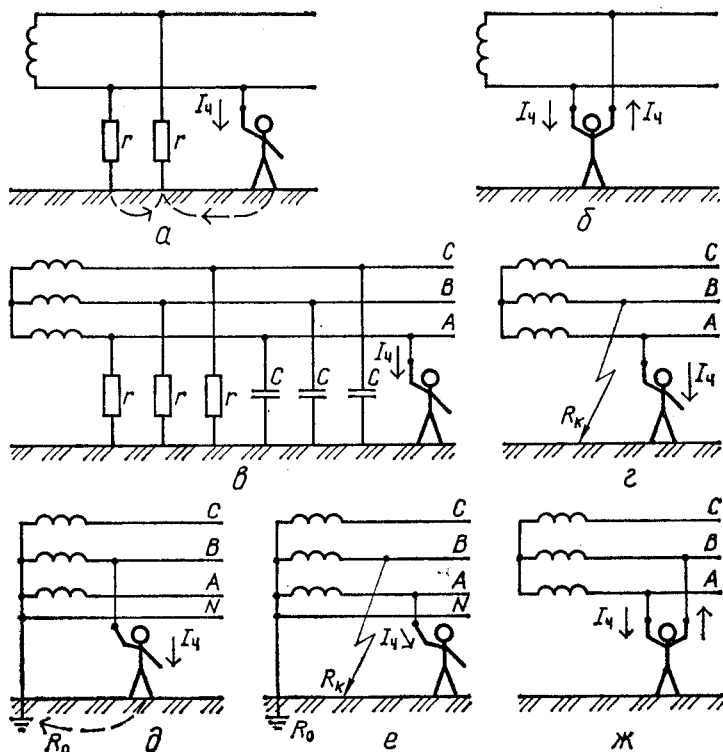


Рис. 4. Схемы прикосновения человека к проводам электрических сетей

2. Особо опасные помещения. Они характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости (относительная влажность воздуха близка к 100 %); химически активной или органической среды (постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования); одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Территории размещения наружных электроустановок приравниваются к особо опасным помещениям.

3. Помещения без повышенной опасности. В них отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Опасность эксплуатации электроустановок. Опасность эксплуатации электроустановок состоит в возможности прикосновения к токоведущим частям и замыкания на землю.

Опасность прикосновения к токоведущим частям. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям состоит в определении выражений для тока, протекающего через человека в наиболее опасном случае — при прикосновении к проводам электрических сетей. Это прикосновение может быть одно- и двухполюсным в однофазных сетях и сетях постоянного тока, одно- и двухфазным в трехфазных сетях.

При однополюсном прикосновении (рис. 4, а) человек подключается через сопротивление утечки r другого провода и выражение для тока, (А), протекающего через человека, имеет вид

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{с}} / (r + 2R_{\text{ц.ч}}),$$

где $U_{\text{с}}$ — напряжение сети, В;

$$R_{\text{ц.ч}} = R_{\text{т.ч}} + R_{\text{од}} + R_{\text{об}} + R_{\text{оп}} —$$

сопротивление цепи человека: тела человека $R_{\text{т.ч}}$ и включаемых последовательно (в зависимости от схемы включения человека) предметов — одежды $R_{\text{од}} = 0,5...15$ кОм, обуви $R_{\text{об}} = 0,2...500$ кОм, опорной поверхности ног $R_{\text{оп}}$ — пола или грунта от нескольких омов до нескольких мегаомов.

При двухполюсном прикосновении (рис. 4, б)

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{с}} / R_{\text{ц.ч}}.$$

В нормальном режиме работы трехфазной сети с изолированной нейтралью однофазное прикосновение человека вызывает перекося фаз (рис. 4, в)

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / \sqrt{R_{\text{ц.ч}}^2 + \frac{r(r + 6R_{\text{ц.ч}})}{9(1 + r^2\omega^2C^2)}},$$

где $U_{\text{ф}}$ — фазное напряжение сети, В; C — собственная емкость провода сети, Ф; $\omega = 2\pi f$ — угловая частота сети, с^{-1} .

В сетях напряжением до 1000 В или коротких — выше 1000 В, когда емкостью сети можно пренебречь, выражение для тока через человека записывается в виде

$$I_{\text{ч}} = 3U_{\text{ф}} / (3R_{\text{ц.ч}} + r).$$

В аварийном режиме (рис. 4, з) такой сети (при замыкании одной из фаз на землю) при однофазном прикосновении через человека протекает ток

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{л}} / (R_{\text{ц.ч}} + R_{\text{к}}),$$

где $U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$ — линейное напряжение сети, В; $R_{\text{к}}$ — переходное сопротивление при замыкании на землю, Ом;

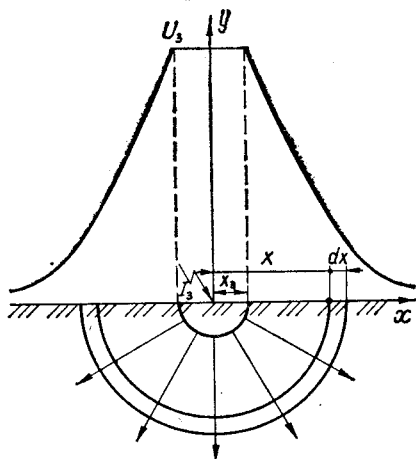


Рис. 5. Схема растекания тока через полусферический заземлитель

прикоснувшийся к исправной фазе (рис. 4, е), попадает под напряжение больше фазного, но меньше линейного в зависимости от соотношения R_0 и R_k . При $R_k \rightarrow 0$ $U_q \approx U_{л}$, а при $R_0 \ll R_k$ $U_q \approx U_{\phi}$ и через человека протекает ток

$$I_q = U_q / R_{ц.ч.}$$

Двухфазное прикосновение обуславливает попадание человека под напряжение $I_q = U_q / R_{ц.ч.}$ (рис. 4, ж).

Таким образом, наиболее опасно двухфазное прикосновение, а наиболее безопасно однофазное прикосновение в сетях с изолированной нейтралью.

Опасность замыкания на землю. В случае замыкания на землю или заземленный корпус оборудования происходит растекание тока в грунте. При стекании тока через одиночный заземлитель полусферической формы (рис. 5) в однородный и изотропный грунт на поверхности земли потенциалы ϕ распределяются по закону гиперболы

$$\phi_i = I_3 \rho / (2\pi x),$$

где I_3 — ток замыкания на землю, А; ρ — удельное сопротивление грунта, Ом · м; x — расстояние точки от заземлителя.

Вблизи места замыкания образуется зона растекания тока замыкания на землю, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный током замыкания на землю, можно условно принять равным нулю.

обычно $R_k \ll R_{ц.ч.}$. Тогда

$$I_q \approx U_{л} / R_{ц.ч.}$$

При однофазном прикосновении к сети с глухозаземленной нейтралью в нормальном режиме (рис. 4, д) человек попадает под фазное напряжение

$$I_q = U_{\phi} / (R_{ц.ч.} + R_0).$$

Так как $R_0 \ll R_{ц.ч.}$, то $I_q \approx U_{\phi} / R_{ц.ч.}$, где R_0 — сопротивление рабочего заземления нейтрали, Ом.

В случае замыкания на землю одной из фаз такой сети человек, при-

Таблица 2. Формулы для определения сопротивлений току растекания одиночных заземлителей

Заземлитель	Схематическое изображение	Формула
Трубчатый или стержневой у поверхности грунта		$R_{31} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d};$ $l \gg d$
Трубчатый или стержневой в грунте		$R_{31} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right);$ $l \gg d; \quad t_0 \geq 0,5 \text{ м}$
Угловой у поверхности грунта		$R_{31} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4,2l}{b}$ $l \gg b$
Угловой в грунте		$R_{31} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2,1l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2t+l}{4,2t-l} \right);$ $l \gg b; \quad t_0 \geq 0,5 \text{ м}$
Протяженный круглого сечения (стержень, труба, оболочка кабеля) у поверхности грунта		$R_{31} = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d};$ $l \gg d$
Протяженный круглого сечения в грунте		$R_{31} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{bt};$ $l \gg 5t; \quad l \gg d$
Протяженный полосовой в грунте		$R_{31} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt};$ $l \gg 5t; \quad l \gg b$

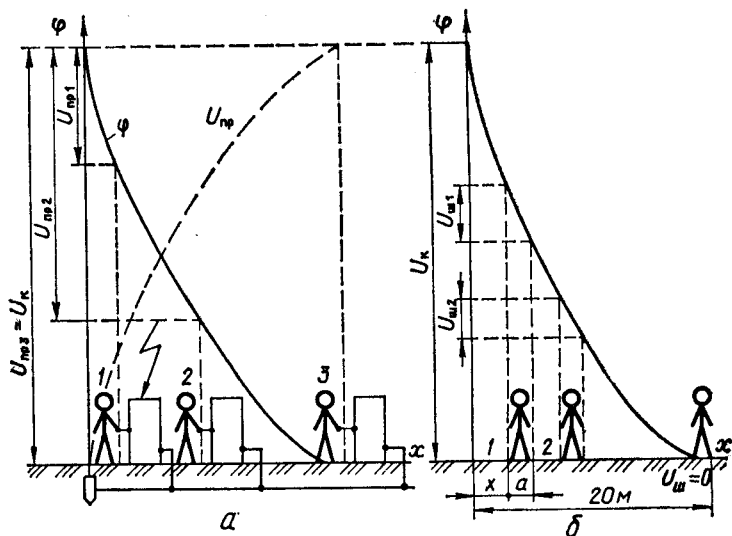


Рис. 6. Напряжения прикосновения (а) и шага (б)

Основной характеристикой заземлителя является сопротивление току растекания, Ом, которое для полусферического заземлителя определяется зависимостью

$$R_3 = \rho / 2\pi x_3,$$

где x_3 — радиус полусферы, м. Формулы для одиночных заземлителей других форм приведены в табл. 2.

Вследствие такого распределения потенциалов на поверхности земли человек, находящийся в зоне растекания тока замыкания на землю, может попасть под напряжение прикосновения и напряжение шага.

Напряжение прикосновения — это напряжение, под которое попадает стоящий на грунте человек, прикасающийся к оказавшемуся под напряжением корпусу оборудования (рис. 6, а)

$$U_{пр} = \varphi_k - \varphi_x = I_3 R_3 - \frac{I_3 \rho}{2\pi x_3} = I_3 \left(R_3 - \frac{\rho}{2\pi x_3} \right) = \\ = \varphi_k \alpha_1 \alpha_2,$$

где φ_k — потенциал корпуса заземлителя, В; R_3 — сопротивление току растекания заземлителя, Ом; α_1 — коэффициент напряжения прикосновения, зависит от вида и расстояния до заземлителя; α_2 — коэффициент, учитывающий падение напряжения на дополнительных сопротивлениях (обуви и опорной поверхности ног).

Напряжение шага — это напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек (рис. 6, б). Оно равно разности потенциалов точек, в которых находятся ноги человека

$$U_{\text{ш}} = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \frac{a}{x(a+x)} = \varphi_3 \beta_1 \beta_2,$$

где a — ширина шага (принимается 0,8 м); $\varphi_3 = I_3 R_3$ — потенциал на заземлителе; $\beta_1 = ax_3/(x(x+a))$ — коэффициент напряжения шага; β_2 — коэффициент, учитывающий падение напряжения на дополнительных сопротивлениях (обуви и опорной поверхности ног).

Основные причины поражения электрическим током можно разделить на пять групп.

1. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

2. Прикосновение к отключенным токоведущим частям, на которых остался остаточный заряд или появилось напряжение в результате ошибочного включения установки, замыкания или наведения напряжения соседними установками, находящимися под напряжением, разряда молнии в установку или вблизи нее.

3. Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям электроустановок или связанного с ними оборудования (корпуса, кожухи, ограждения и т. д.) после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

4. Поражение напряжением шага при пребывании человека в зоне растекания тока замыкания на землю.

5. Поражение через электрическую дугу в электроустановках напряжением выше 1000 В при приближении к части, находящейся под напряжением, на недопустимо малое расстояние.

Методы безопасной эксплуатации электроустановок. Безопасность эксплуатации электрооборудования обеспечивается комплексом мер безопасности, применением электрозащитных средств и правильной организации эксплуатации действующих электроустановок.

Меры безопасности условно можно разделить на две группы.

1. Меры, обеспечивающие безопасность при нормальном режиме электрооборудования.

2. Меры, обеспечивающие безопасность в аварийном режиме, при появлении напряжения на нетоковедущих частях оборудования (корпусах, кожухах и др.).

Выбор комплекса мер защиты, электротехнических средств и защитных мероприятий определяется видом электроустановки, величиной применяемого напряжения, режимом нейтрали, условиями помещения, в котором расположена электроустановка и т. д.

Меры безопасности при нормальном режиме работы электроустановок. Рабочая изоляция электроустановок — это электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током (ГОСТ 12.1.009-76). В процессе эксплуатации изоляция подвергается различным повреждениям (механическим, химическим, тепловым и др.), а также старению, в результате чего ухудшаются ее свойства — уменьшается активное сопротивление.

Для обнаружения дефектов производится контроль изоляции, который состоит в измерении ее активного сопротивления. Он подразделяется на приемо-сдаточный и периодический.

Приемо-сдаточный контроль изоляции производится при вводе в эксплуатацию вновь смонтированных или вышедших из ремонта электроустановок.

Периодический контроль изоляции состоит в измерении ее сопротивления в действующей электроустановке периодически (сроки, установленные ПУЭ) или при обнаружении дефектов. Измеряют сопротивление изоляции каждой фазы относительно земли и между фазами на каждом участке сети между двумя последовательно установленными предохранителями, аппаратами защиты и другими устройствами или за последним предохранителем. При измерениях в силовых цепях должны быть отключены электроприемники, аппараты, приборы и т. д. При измерениях в осветительных цепях лампы должны быть вывинчены, а штепсельные розетки, выключатели и групповые щитки присоединены. Сопротивление изоляции отдельного участка сети напряжением до 1000 В не должно быть меньше 0,5 МОм. Для периодического контроля изоляции применяют мегаомметры М1101М на напряжения 100, 500 и 1000 В, а серии М4100 и М4101 на напряжение до 2500 В. При обнаружении дефектов изоляция электроустановки подлежит ремонту с последующим контролем.

Двойная изоляция — это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции. Наиболее совершенной

дополнительной изоляцией является изготовление корпусов электрооборудования из изоляционного материала. В этом случае при повреждении рабочей изоляции переход напряжения на корпус и попадание людей под напряжение прикосновения невозможно. С двойной изоляцией изготавливают аппаратуру электропроводок (распределительные коробки, выключатели, розетки, вилки, патроны ламп накаливания), переносные светильники, электроизмерительные приборы, электрифицированные ручные инструменты и некоторые бытовые приборы.

Недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения обеспечивается ограждением и расположением токоведущих частей на недосягаемой высоте. Стационарные ограждения выполняют сплошными и сетчатыми. Сплошные ограждения (корпуса, кожухи и др.) применяют в электроустановках напряжением до 1000 В, а сетчатые — в электроустановках до и выше 1000 В. Для доступа непосредственно к электрооборудованию или токоведущим частям при осмотрах или ремонтах в ограждениях предусматриваются открывающиеся части: крышки, дверцы, двери и т. д. Эти части закрываются специальными запорами или снабжаются блокировками.

В измерительных приборах, радиоустановках, аппаратуре автоматики и вычислительной техники применяют блочные схемы. Отдельные блоки, установленные в общем корпусе, соединены между собой и с блоком питания штепсельными разъемами. При выдвигении блока штепсельный разъем размыкается и блок автоматически отключается от питающей сети, чем и обеспечивается недоступность.

Блокировки безопасности — это устройства, предотвращающие попадание людей под напряжение в результате ошибочных действий. По принципу действия различают механическую, электромагнитную или электрическую блокировки.

Механическая блокировка применяется в электрических аппаратах (рубильниках, пускателях и др.) и выполняется с помощью самозапирающихся замков, стопоров, защелок и других приспособлений, которые стопорят поворотную часть механизма в отключенном положении.

Электрическая блокировка применяется в технологических электроустановках напряжением до 1000 В, испытательных стендах при любых напряжениях, а также в сложных блоках питания. С помощью блокировочных контактов электрическая блокировка осуществляет отключение напряжения при открытии дверей ограждений и дверец кожухов

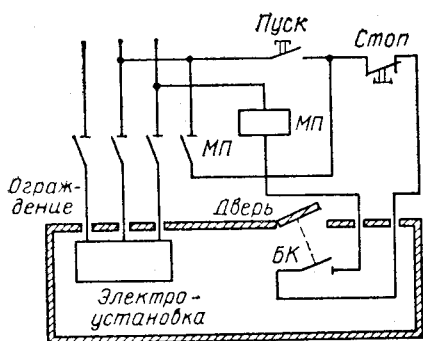


Рис. 7. Схема электрической блокировки двери

включении двери размыкают цепь питания катушки магнитного пускателя МП, и напряжение от электроустановки отключается (рис. 7). Электроустановка не может быть включена при повторном закрытии двери (в случае ошибочного закрытия после проникновения за ограждение отключенной электроустановки), так как для включения необходимо нажать кнопку «Пуск». При обрыве цепи управления напряжение не может быть подано на электроустановку. Таким образом схема электрической блокировки обеспечивает полную степень безопасности.

Малое напряжение — это номинальное напряжение не более 42 В между фазами и по отношению к земле, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. В производственных условиях применяют напряжения 36 (42) В и 12 В. Напряжение 36 (42) В применяется в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и вне помещений для питания ручных электрифицированных инструментов, переносных ручных ламп, светильников местного стационарного освещения на станках, а также размещенных над полом на высоте менее 2,5 м светильников общего освещения с лампами накаливания. Напряжение 12 В применяется для питания ручных переносных ламп в особо опасных помещениях при неблагоприятных условиях работы: в стесненных условиях, при работе в металлической емкости, в кабельном колодце и др.

Источниками малого напряжения служат батареи гальванических элементов, аккумуляторы, выпрямительные установки, преобразователи частоты, трансформаторы. Применение автотрансформаторов и реостатов запрещается, так как в этом случае сеть малого напряжения электрически

или при снятии крышек. Блокировочные контакты можно включать непосредственно в силовую цепь или в цепь управления пускового аппарата (магнитного пускателя), если управление электроустановкой дистанционное. Вторая схема более предпочтительна.

Блокировочные контакты БК, заблокированные с дверью, при откры-

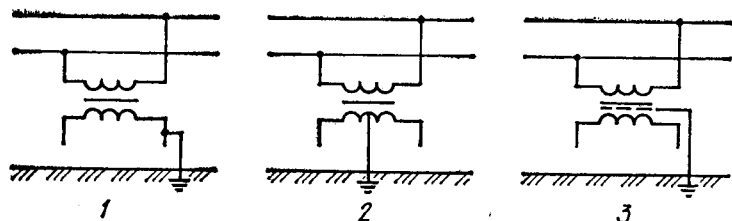


Рис. 8. Схемы защиты от опасности при переходе высшего напряжения на сторону низшего

связана с сетью высшего напряжения. Единственный недостаток применения трансформаторов для получения малого напряжения — возможность перехода высшего напряжения на корпус или на сторону малого напряжения. Для исключения этой опасности корпус трансформатора и один из выводов обмотки малого напряжения (нейтраль, или среднюю точку) заземляют, зануляют или между обмоткой высшего и малого напряжений помещают заземленный экран. На рис. 8 изображены схемы защиты от опасности при переходе высшего напряжения на сторону низшего: 1 — заземлением одного из выводов; 2 — заземлением средней точки обмотки малого напряжения; 3 — применением защитного экрана между обмотками высшего и малого напряжений.

Методами ориентации являются: маркировка частей электрооборудования, предупредительные сигналы, надписи и таблички, предупреждающий знак, окраска токоведущих частей, расцветка изоляции и органов управления, а также световая сигнализация. Они предупреждают работающих от ошибочных действий и позволяют им ориентироваться при выполнении работ.

Маркировка может быть цифровой, символической или буквенно-смысловой. Она наносится на видном месте. Проводники маркируются с двух сторон, маркировка выполняется так, чтобы при отсоединении проводника от зажима она сохранялась на проводнике.

Предупредительные надписи, сигналы и таблички применяют для указания на включенное или отключенное состояние оборудования, наличие напряжения, запрет доступа внутрь изделия без принятия соответствующих мер безопасности. Знак электрического напряжения применяется для предупреждения об опасности поражения электрическим током и наносится в поле зрения людей на корпуса электрооборудования, электрические устройства и изделия.

Предупреждающий знак «Осторожно! Электрическое напряжение» наносится на дверях электропомещений, ограждений токоведущих частей, дверцах силовых ящиков, щитков и т. д.

Световая сигнализация указывает на состояние «Включено» или «Отключено» частей электроустановок с помощью электрических ламп. Сигнализация может быть выполнена как с помощью непрерывно горящих, так и мигающих огней.

Защита от поражения остаточным зарядом конденсатора.

После отключения конденсатора или конденсаторной батареи от источника питания на нем остается остаточный заряд. Остаточное напряжение при постоянном токе равно напряжению источника, а при переменном достигает двойного амплитудного значения. Заряд держится длительно вследствие большого сопротивления изоляции конденсатора. В случае прикосновения человека к выводам конденсатора происходит разряд и через человека протекает ток. Для предупреждения электротравм конденсаторы необходимо разрядить, замкнув обкладки через разрядное сопротивление. Необходимое сопротивление резистора определяется из зависимости

$$R_p = t / (C \ln U_0 / U_{\text{доп}}),$$

где t — время разряда (не более 60 с в установках напряжением 1000 В и ниже и 300 с напряжением выше 1000 В); C — емкость конденсатора, Ф; U_0 — остаточное напряжение, В; $U_{\text{доп}}$ — допустимое напряжение, В (принимается не более 50 В).

Защитное заземление. Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с заземляющим устройством металлических нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением вследствие перехода на них напряжения с токоведущих частей с целью обеспечения электробезопасности. Согласно ПУЭ заземление электроустановок следует выполнять при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока во всех электроустановках; при номинальных напряжениях выше 42 В переменного тока и выше 110 В постоянного тока только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и наружных установках; при всех напряжениях переменного и постоянного тока — во взрывоопасных зонах.

Защитному заземлению подлежат корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. д.; приводы электрических аппаратов и вторичные обмотки измерительных трансформаторов; металлические конструк-

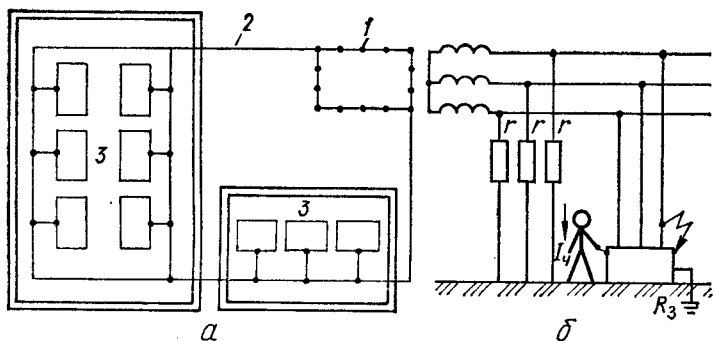


Рис. 9. Выносное заземление

ции распределительных щитов и конструкции, на которых устанавливается электрооборудование, металлические оболочки и броня кабелей; металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников; электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Не требуется преднамеренно заземлять корпуса электрооборудования, установленного на заземленных металлоконструкциях при условии обеспечения надежного контакта между ними, съемные или открывающиеся части шкафов и ограждений (если на этих частях не установлено электрооборудование), корпуса электроприемников с двойной изоляцией.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя (металлического проводника или группы проводников, соединенных между собой металлически и находящихся в непосредственном соединении с грунтом) и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем. В зависимости от расположения заземлителей по отношению к заземляемому оборудованию заземления бывают выносные или сосредоточенные, контурные или распределенные. Заземлители выносных заземлений располагают сосредоточенно на некотором расстоянии от заземляемого оборудования (рис. 9): а — устройство выносного заземления (1 — заземлитель, 2 — заземляющие проводники, 3 — заземляемое оборудование); б — схема прикосновения человека к корпусу электроустановки при замыкании фазы на корпус. Ввиду значительного удаления заземлителей оборудование расположено за пределами зоны растекания тока замыкания на землю. Заземлители контурных заземлений располагают по периметру и внутри

Т а б л и ц а 3. Наименьшие размеры искусственных заземлителей, заземляющих и нулевых защитных проводников

Наименование	Медь	Алю- ми- ний	Сталь		
			в зда- н- ях	в наруж- ных уста- новках	в земле
Заземлители					
Диаметр круглых (прутковых) за- землителей, мм					
неоцинкованных	—	—	—	—	10
оцинкованных	—	—	—	—	6
Сечение прямоугольных заземлите- лей, мм ²	—	—	—	—	48
Толщина прямоугольных заземли- телей, мм	—	—	—	—	4
Толщина полок угловой стали, мм	—	—	—	—	4
Проводники					
Неизолированные проводники					
сечение, мм ²	4	6	—	—	—
диаметр, мм	—	—	5	6	10
Изолированные провода					
сечение, мм ²	1,5 *	2,5	—	—	—
Заземляющие и нулевые жилы ка- белей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазны- ми жилами					
сечение, мм ²	1	2,5	—	—	—
Угловая сталь					
толщина полки, мм	—	—	2	2,5	4
Полосовая сталь					
сечение, мм ²	—	—	24	48	48
толщина, мм	—	—	3	4	4
Водогазопроводные трубы (сталь- ные)					
толщина стенки, мм	—	—	2,5	2,5	3,5
Тонкостенные трубы (стальные)					
толщина стенки, мм	—	—	1,5	2,5	Не до- пуска- ется

* При прокладке проводов в трубах сечение нулевых защитных проводни-
ков допускается применять равным 1 мм², если фазные проводники имеют то же
сечение.

площадки, на которой установлено заземляемое оборудова-
ние. При контурных заземлениях оборудование распола-
гается в пределах зоны растекания тока замыкания на землю.
При замыкании на корпус вокруг оборудования создаются
повышенные потенциалы, так называемое выравнивание по-
тенциалов.

Заземлители бывают *естественные* и *искусственные*. *Естественными* заземлителями называются находящиеся в соприкосновении с землей электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения, используемые для заземления. *Искусственными* называются заземлители, выполняемые специально для целей заземления. ПУЭ рекомендуют для заземления, в первую очередь, использовать естественные заземлители.

В качестве естественных заземлителей рекомендуется использовать проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей; обсадные трубы, скважин; металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей; свинцовые оболочки проложенных в земле кабелей (алюминиевые оболочки кабелей не допускается использовать в качестве естественных заземлителей); заземлители опор воздушных линий электропередачи и другие металлоконструкции.

Для искусственных заземлителей применяется сталь, иногда электропроводящий бетон. Наименьшие размеры стальных искусственных заземлителей приведены в табл. 3. Чаще всего искусственные заземлители выполняют в виде вертикальных электродов, соединенных горизонтально. Вертикальные электроды выполняют из стержней диаметром 10...16 мм длиной 5 м и более или уголков с толщиной полки 4...6 мм. Для связи вертикальных электродов в качестве горизонтальных электродов применяют стальную полосу сечением не менее 48 мм² или прутки диаметром 10 мм и более.

Принцип защиты. Рассмотрим случай прикосновения человека к корпусу электроустановки, соединенному с выносным заземлением, при замыкании одной из фаз трехфазной сети с изолированной нейтралью на этот корпус (рис. 9, б). Примем условно, что сопротивления утечки равны между собой, а емкостной проводимостью фазных проводов по отношению к земле можно пренебречь. В этом случае происходит перекося фаз, и ток (I), протекающий через человека, прикоснувшегося к корпусу, определяется выражением

$$I_{\text{ч}} = 3U_{\text{ф}} / (3R_{\text{ц.ч}} + r + R_{\text{ц.ч}}r/R_{\text{а}}).$$

Сравнивая приведенное выражение с выражением для тока через человека в случае прикосновения к фазному проводу, что равнозначно прикосновению к незаземленному корпусу, видим, что ток, протекающий через человека при прикосно-

вении к заземленному корпусу, меньше чем ток при прикосновении к незаземленному корпусу, т. е. прикосновение к корпусу заземленного оборудования при пробое фазы безопаснее. Анализируя многочлен в знаменателе, можно сделать вывод, что

$$(3R_{ц.ч} + r) \ll R_{ц.ч}r/R_3,$$

т. е. чем меньше сопротивление заземления R_3 , тем меньше ток, протекающий через человека.

Поскольку заземляемое оборудование располагается за пределами зоны растекания тока замыкания на землю, то человек, прикоснувшийся к корпусу, попадает под напряжение на корпусе оборудования

$$U_{пр} = U_{к} = I_3 R_3,$$

а ток, протекающий через человека,

$$I_{ч} = U_{пр}/R_{ц.ч} = I_3 (R_3/R_{ц.ч}).$$

Для обеспечения безопасности должны выполняться неравенства

$$U_{к} \leq U_{доп} \quad \text{и} \quad I_{ч} \leq I_{ч.доп},$$

т. е. чем меньше сопротивление заземления, тем меньше $U_{к}$ и $I_{ч}$.

Однако при больших токах замыкания на землю путем снижения сопротивления заземлителя нельзя получить допустимые значения $U_{к}$ и $I_{ч}$. Эти случаи имеют место в электроустановках сверхвысоких напряжений ($U_{л} \geq 110$ кВ), которые выполняются с заземленной нейтралью трансформатора, и электроустановки большой мощности, т. е. электроустановки электрических станций и подстанций, где выполняется контурное заземление.

Рассмотрим основные требования к заземлению.

1. Соединения заземляющих проводников должны обеспечивать надежный контакт и выполняться сваркой.

2. Присоединение заземляющих проводников к заземляемым частям оборудования должно выполняться сваркой или болтовым соединением и быть доступно для осмотра.

3. Заземлители должны быть связаны с магистралями заземлений не менее чем двумя проводниками, присоединенными к заземлителю в разных местах.

4. Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению, должна быть присоединена к сети заземления при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в заземляющий проводник заземляемых частей электроустановки не допускается.

5. Сопротивление заземляющих устройств в любое время года не должно превышать следующих значений, Ом:

в электроустановках напряжением до 1000 В:	
в общем случае	4
при суммарной мощности генераторов или трансформаторов 100 кВт (100 кВт · А) и менее	10
в электроустановках напряжением выше 1000 В:	
в сети с изолированной нейтралью при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1000 В	$125/I_3^*$
то же при использовании заземляющего устройства только для электроустановок напряжением выше 1000 В	$250/I_3 \leq 10$
в сети с эффективно заземленной нейтралью	0,5 **

* Принимается в качестве допустимого меньшее значение сопротивления, полученное при расчете по формуле и требуемое для заземления или зануления в электроустановках напряжением до 1000 В; расчетный ток замыкания на землю (А) определяется по формуле

$$I_3 = U_{л} (35 l_{к} + l_{в}) / 350,$$

где $U_{л}$ — линейное напряжение сети, кВ; $l_{к}$ и $l_{в}$ — общая длина электрически связанных кабельных и воздушных линий соответственно, км.

** Напряжение на заземляющем устройстве при стекании тока замыкания на землю не должно превышать 10 кВ.

Расчет заземляющих устройств заключается в определении количества и размеров заземлителей, составлении плана размещения заземляющих проводников. Исходные данные для расчета следующие: напряжение заземляемых электроустановок, режим нейтрали сети, величина тока замыкания на землю (для установок напряжением выше 1000 В), сведения о грунте, в котором предполагается размещение заземлителя (тип грунта или измеренное его удельное сопротивление), план размещения заземляемого оборудования и характеристика естественных заземлителей (сопротивление току растекания, количество и размеры).

Существует два метода расчета заземляющих устройств: — метод коэффициента использования электродов, учитывающий однослойную структуру грунта, применяемый для расчета простых заземлителей (со сравнительно большим сопротивлением току растекания);

Таблица 4. Удельное сопротивление грунта и климатические коэффициенты

Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом м			Климатический коэффициент		
	при влажности 10...12 % к массе грунта	пределы колебаний	рекомендуемое для расчетов			
				ψ_1	ψ_2	ψ_3
Глина	40	8...70	60	1,6	1,3	1,2
Гравий, щебень	—	—	2000	—	—	—
Каменистый грунт	—	500...8000	4000	—	—	—
Лесс	—	—	250	—	—	—
Песок	700	400...2500	500	2,4	1,56	1,2
Садовая земля	40	30...60	50	—	1,3	1,2
Скалистый грунт	—	10 ⁴ ...10 ⁷	—	—	—	—
Суглинок	100	40...150	100	2	1,5	1,4
Супесок	300	150...400	300	2	1,5	1,4
Торф	20	—	20	1,4	1,1	1
Чернозем	200	9...53	30	—	1,32	1,2

Примечание. Под удельным электрическим сопротивлением понимается сопротивление куба грунта между параллельными гранями с ребром длиной 1 м, измеренное непосредственно в массиве грунта.

— метод наведенных потенциалов, учитывающий двухслойную структуру грунта и применяемый для расчета сложных заземлителей (с малым сопротивлением).

Порядок расчета методом коэффициента использования электродов следующий:

1. Определяется допустимое сопротивление заземляющего устройства. Приняты два метода определения допустимого сопротивления заземления: согласно ПУЭ (приведенные выше) и по допустимому напряжению прикосновения

$$R_{з.д} \leq U_{пр.д} / (I_з \alpha_1),$$

где $U_{пр.д}$ — допустимое напряжение прикосновения, В; α_1 — коэффициент напряжения прикосновения.

2. Определяется расчетное удельное сопротивление грунта, Ом · м, как показано в табл. 4, или с учетом коэффициента сезонности

$$\rho = \rho_{изм} \cdot \psi_i,$$

где $\rho_{изм}$ — измеренное удельное сопротивление грунта; ψ_i — климатический коэффициент, учитывающий состояние грунта во время измерений: если измерения проводились при большой влажности грунта — ψ_1 , средней влажности — ψ_2 , при сухом грунте — ψ_3 .

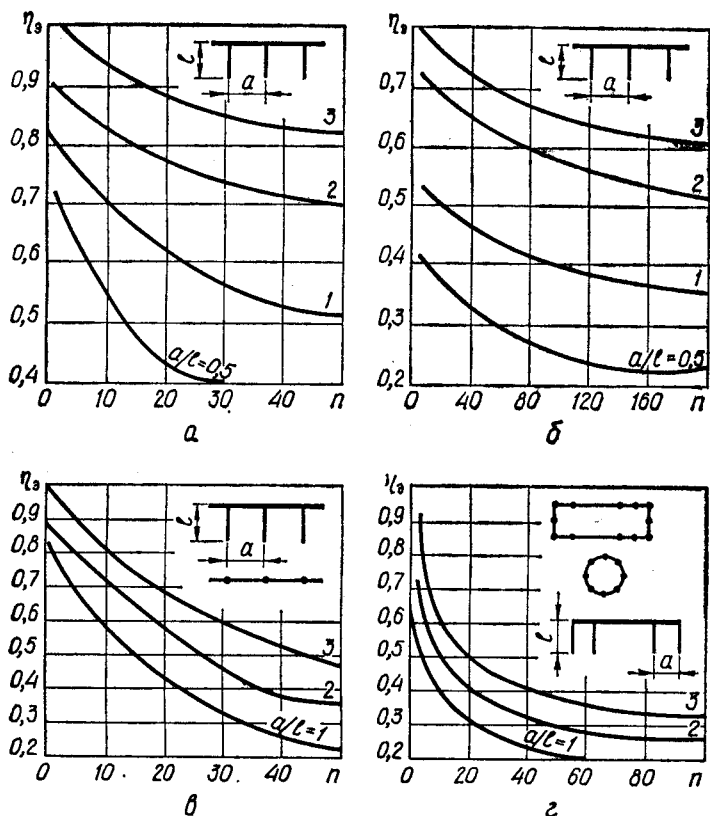


Рис. 10. Графики коэффициентов экранирования (использования) заземлителей

3. Определяется сопротивление току растекания естественных заземлителей, R_e путем измерений или расчетом.

4. Если эквивалентное сопротивление всех естественных заземлителей больше допустимого сопротивления заземляющего устройства, т. е. $R_e > R_{з.д.}$, то параллельно естественным заземлителям подключают искусственные заземлители с сопротивлением, Ом

$$R_{и} \leq R_e \cdot R_{з.д.} / (R_e - R_{з.д.}).$$

Если естественные заземлители отсутствуют, то выбирают $R_{и} \leq R_{з.д.}$.

5. Выбирается материал, тип и размеры заземлителей. В большинстве случаев это вертикальные электроды, соединяемые горизонтальной полосой.

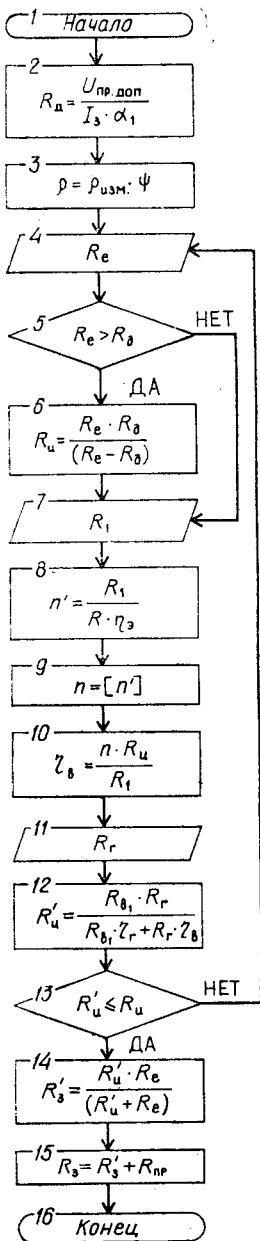


Рис. 11. Схема алгоритма расчета заземления

6. Определяется сопротивление току растекания с одного заземлителя $R_{3.1}$ (см. табл. 2).

7. Определяется необходимое количество параллельно соединяемых заземлителей

$$n' = R_{3.1} / (R_n \eta_3),$$

где η_3 — коэффициент использования заземлителей, учитывающий их взаимное экранирование (выбирается ориентировочно); вертикальных стержневых или уголковых заземлителей, расположенных в один ряд (рис. 10, а) или по контуру (рис. 10, б), в зависимости от ориентировочного количества заземлителей и отношения расстояния между ними a к их длине l .

Полученное количество заземлителей округляют до целого числа и находят фактический коэффициент использования $\eta_{3.ф}$. Затем снова определяют необходимое количество электродов и т. д., пока не получат достаточно близкое соотношение между требуемым количеством электродов n и коэффициентом их использования η_3 .

8. Определяется длина соединительной полосы и сопротивление току растекания ее R_r по соответствующей формуле (см. табл. 2).

9. Определяется эквивалентное сопротивление току растекания искусственных заземлителей

$$R_u' = R_{3.1} R_n / (R_{3.1} \eta_n + R_n n \eta_3),$$

где η_n — коэффициент использования горизонтального электрода (полосы связи) с учетом вертикальных электродов (рис. 10, в — при расположении вертикальных электродов в ряд; рис. 10, г — при расположении их по контуру).

Полученное в результате расчета сопротивление искусственных зазем-

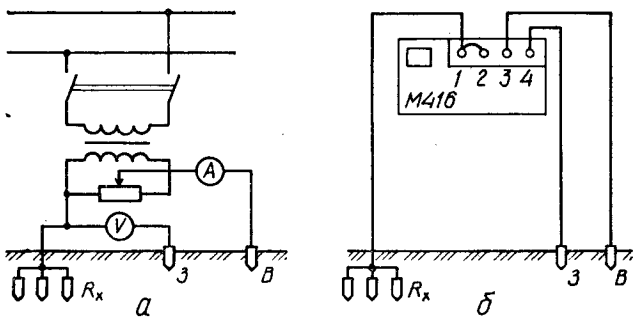


Рис. 12. Схемы измерения сопротивления заземляющих устройств

лителей не должно превышать требуемого, т. е. $R'_H \leq \leq R_H$.

10. Определяется эквивалентное сопротивление заземляющего устройства

$$R_{з.э} = R_e R'_H / (R_e + R'_H) \leq R_{з.д.}$$

Алгоритм расчета заземления приведен на рис. 11.

Эксплуатация и контроль заземляющих устройств. На каждое заземляющее устройство должен быть паспорт, включающий схему заземления, его технические данные и сведения о результатах проверки.

Техническое состояние заземляющего устройства проверяют путем внешнего осмотра его видимой части с проверкой наличия цепи между отдельными элементами, а также измерения сопротивления заземлителей. Контроль заземляющего устройства проводят перед вводом в эксплуатацию ежегодно и периодически, причем измерения сопротивления следует проводить при наибольшем удельном сопротивлении грунта (подсыхании и промерзании).

Для измерения сопротивления току растекания заземлителей, кроме испытуемого заземлителя R_x , требуется два дополнительных: зонд $З$ и вспомогательный заземлитель B . Рассмотрим схему измерения сопротивления заземляющих устройств (рис. 12): a — методом амперметра — вольтметра; $б$ — с применением измерителей заземлений. Зонд служит для получения в схеме точки с нулевым потенциалом по отношению к потенциалу заземлителя, а вспомогательный заземлитель создает цепь для измерительного тока через испытуемый заземлитель. Эти заземлители располагаются на таком расстоянии от испытуемого и друг от друга, чтобы поля их растекания не накладывались.

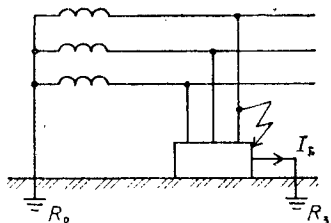


Рис. 13. Схема замыкания фазы сети с заземленной нейтралью на заземленный корпус электроустановки

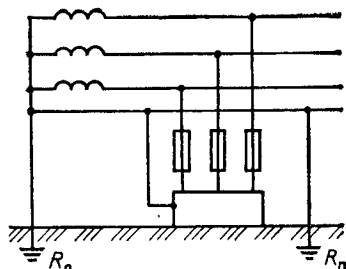


Рис. 14. Схема зануления электрооборудования

Измерения проводят по методу амперметра — вольтметра или с помощью специальных измерителей заземления. Схема амперметра — вольтметра (рис. 12, а) наиболее проста и при применении вольтметра с большим внутренним сопротивлением единственно приемлема для измерения малых сопротивлений заземлений. Схема содержит разделительный трансформатор (понижающий), амперметр и вольтметр с большим внутренним сопротивлением. Сопротивление испытуемого заземлителя определяется по формуле

$$R_x = U/I,$$

где U и I — показания вольтметра и амперметра соответственно.

Для измерения сопротивления току растекания заземлителей применяют также измерители заземлений М416 (рис. 12, б) и М1103.

Зануление. Заземление нетоковедущих частей электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью путем подсоединения их к заземляющему устройству (рис. 13) не обеспечивает полной безопасности. При замыкании фазы на корпус в такой схеме через защитное заземление R_3 протекает ток замыкания (А) равный

$$I_3 = U_\phi / (R_0 + R_3),$$

где R_0 — сопротивление рабочего заземления нейтрали источника питания (трансформатора).

Этот ток недостаточен для срабатывания максимальной токовой защиты и отключения поврежденного оборудования, а напряжение корпуса электроустановки относительно земли, представляющее собой часть фазного напряжения, является опасным для человека и может существовать дли-

тельно

$$U_k = I_3 R_3 = U_\phi R_3 / (R_0 + R_3).$$

Если металлические нетоковедущие части электрооборудования присоединить к нулевому проводу сети, то замыкание фазы на корпус превращается в однофазное короткое замыкание, которое вызывает срабатывание максимальной токовой защиты и отключение поврежденного оборудования. Такую меру защиты называют *занулением*.

Зануление в электроустановках напряжением до 1000 В представляет собой преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленными нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, выводом источника однофазного тока и средней точкой источника в сетях постоянного тока.

В соответствии с ПУЭ зануление корпусов выполняют в тех же случаях, что и защитное заземление.

Схема зануления (рис. 14) включает следующие элементы: нулевой провод, заземление нейтрали источника питания R_0 и повторное заземление нулевого провода R_n . Нулевой провод служит для создания цепи с малым сопротивлением для тока при замыкании фазы на корпус и превращения этого замыкания в однофазное короткое замыкание. В качестве нулевых защитных проводов могут быть использованы нулевые рабочие проводники или металлоконструкции, используемые в качестве заземляющих проводников.

Заземление нейтрали источника питания (рабочее заземление) служит для снижения напряжения нулевого провода и соединенных с ним корпусов оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус.

Повторное заземление нулевого провода — это заземление нулевого провода, выполненное на некотором расстоянии от источника питания (трансформатора). Оно позволяет снизить напряжение нулевого провода и корпусов зануленного оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус при нормальном режиме и при обрыве нулевого провода.

Рассмотрим требования к занулению. Общие требования к конструкции зануления аналогичны требованиям 1, 2, 4 к заземлению. Специфические требования следующие:

1. Согласно ПУЭ проводники зануления следует выбирать так, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой провод возникал ток короткого замыкания, превышающий не менее чем в три раза номинальный ток плавкой вставки

Таблица 5. Допустимые сопротивления заземлений в схемах занулений

Напряжение сети, В	Сопротивление заземления нейтрали трансформатора, Ом		Сопротивление повторного заземления нулевого про- вода, Ом	
	эквивалентное (с учетом использования естественных заземлителей и повторных заземлений нулевого про- вода)	в том числе только ис- кусствен- ных зазем- лителей	эквива- лентное всех по- вторных заземле- ний	сопротивление каждого по- вторного за- земления
660/380	2	15	5	15
380/220	4	30	10	30
220/127	8	60	20	60

ближайшего предохранителя или номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику. При защите сети автоматическими выключателями с электромагнитными расцепителями кратность тока принимается 1,1; при отсутствии заводских данных коэффициент принимается 1,4 для автоматов с номинальным током до 100 А, а для прочих — 1,25.

2. Полная проводимость нулевого провода должна быть не менее 50 % проводимости фазного провода.

3. Должна обеспечиваться непрерывность нулевого провода. В него запрещается устанавливать предохранители и выключатели. Допускается применение выключателей, которые отключают одновременно все фазные провода и нулевой, т. е. полностью отключают электроустановку от сети.

4. Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали трансформаторов, не должно превышать значений, приведенных в табл. 5. Эти сопротивления должны обеспечиваться с учетом использования естественных заземлителей и заземлителей повторных заземлений нулевого провода при числе отходящих линий не менее 2. Однако наряду с этим должны предусматриваться и искусственные заземлители с сопротивлением не менее тех, которые приведены в табл. 5.

5. На концах воздушных линий или ответвлений длиной более 200 м, а также на вводах воздушных линий в здания, электроустановки которых подлежат заземлению, следует выполнять повторное заземление нулевого провода. При размещении электроустановок, подлежащих занулению вне зда-

Т а б л и ц а 6. Расчетные сопротивления масляных трансформаторов при первичном напряжении 10 кВ и вторичных напряжениях 400/230 В

Мощность трансформатора, кВ·А	Схема соединения обмоток	Расчетное сопротивление, Ом	Мощность трансформатора, кВ·А	Схема соединения обмоток	Расчетное сопротивление, Ом
25	Y/Y_H	1,037	100	Y/Y_H	0,259
	Δ/Y_H Y/Z_H	0,302		Δ/Y_H Y/Z_H	0,075
40	Y/Y_H	0,649	160	Y/Y_H	0,162
	Δ/Y_H Y/Z_H	0,187		Δ/Y_H Y/Z_H	0,047
63	Y/Y_H	0,412	250	Y/Y_H	0,104
	Δ/Y_H Y/Z_H	0,120		Δ/Y_H Y/Z_H	0,030

Примечания: 1. У трансформаторов с соединением обмоток Δ/Y_H и Y/Z_H расчетное сопротивление ниже, чем у трансформаторов с соединением обмоток Y/Y_H .

2. При использовании трансформаторов со вторичным напряжением U'_{ϕ} отличным от 230 В, приведенное расчетное сопротивление необходимо умножить на коэффициент $(U'_{\phi}/230)^2$.

ний, расстояние электроустановки до ближайшего заземлителя повторного заземления или до заземления нейтрали источника питания должно быть не более 100 м.

6. Эквивалентное сопротивление заземлителей всех повторных заземлений нулевого провода каждой воздушной линии, а также сопротивление заземлителя каждого из повторных заземлений не должны превышать значений, приведенных в табл. 5.

Расчет зануления состоит из трех частей: расчета на отключающую способность, определения максимального напряжения корпуса оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус, а также расчета рабочего и повторных заземлений.

Расчет на отключающую способность включает определение величины тока однофазного короткого замыкания и проверку кратности его по отношению к номинальному току устройств максимальной защиты. Ток однофазного короткого замыкания (I) определяют по следующим формулам:

для кабельных линий

$$I_{к.з} = U_{\phi} / (r_{\Pi} + z_T/3);$$

для воздушных линий, провода которых выполнены из цветных металлов,

$$I_{к.з} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{r_{\Pi}^2 + x_{\Pi}^2 + z_T/3}},$$

где $r_{\Pi} = r_{\Phi} + r_0$ — сумма активных сопротивлений фазного и нулевого проводов, Ом; x_{Π} — внешнее индуктивное сопротивление проводов, Ом; $Z_T/3$ — расчетное сопротивление трансформатора, Ом (табл. 6).

Активное сопротивление фазного и нулевого проводов из цветных металлов находят по формуле:

$$r = \sum \rho_i l_i / S_i,$$

где ρ_i — удельное сопротивление материала провода (меди 0,0175, алюминия 0,028 Ом·мм²/м); l_i — длина участка провода из одного материала и одного сечения; S_i — площадь поперечного сечения провода.

Внешнее индуктивное сопротивление принимают равным 0,3 Ом/км для внутренней проводки и 0,6 Ом/км для воздушных линий.

Определяют кратность тока однофазного короткого замыкания по отношению к номинальному току устройств максимальной токовой защиты, которая должна быть не меньше предельно допустимой

$$k_T = I_{к.з} / I_{ном} \geq k_{T, доп}.$$

Если k_T меньше допустимого значения, необходимо выбирать другой вид защиты (например, автомат с электромагнитным расцепителем) или увеличить сечение проводов, в первую очередь, нулевого.

Выполнение системы зануления, рассчитанной на отключающую способность, не гарантирует необходимую безопасность по следующим причинам:

1. За время срабатывания максимальной токовой защиты нулевой провод и соединенные с ним корпуса электрооборудования находятся под напряжением по отношению к земле.

2. Если по какой-либо причине ток замыкания на корпус I_3 будет меньше тока отключения, то защита не сработает и на корпусах оборудования появится напряжение относительно земли

$$U_k = I_3 z_0,$$

где z_0 — полное сопротивление нулевого провода; для кабельных линий $z_0 = r_0$; для воздушных линий $z_0 = \sqrt{r_0^2 + x_0^2}$; r_0 — активное сопротивление нулевого провода; x_0 — внешнее индуктивное сопротивление нулевого провода, принимаемое равным $0,5x_{\Pi}$.

Максимальное значение напряжения на корпусе будет при токе, равном току короткого замыкания $I_{к.з}$ в течение

времени срабатывания защиты

$$U_{\text{кmax}} = I_{\text{к.з}} z_0 \leq \leq U_{\text{пр доп}}$$

Это напряжение на корпусе не должно превышать допустимого напряжения прикосновения (табл. 1).

Для снижения напряжения на корпусе необходимо уменьшить сопротивление нулевого провода или применить повторное заземление его. При наличии повторного заземления нулевого провода напряжение относительно земли на корпусе оборудования

$$U_{\text{к}} = I_{\text{к.з}} z_0 R_{\text{п}} / (R_0 + R_{\text{п}}).$$

Требуемое эквивалентное сопротивление повторных заземлений в линии при условии, что напряжение на корпусе относительно земли не больше допустимого, определяется по формуле

$$R_{\text{э.п}} = U_{\text{пр. доп}} R_0 / (I_{\text{к.з}} z_0 - U_{\text{пр. доп}}).$$

Расчет рабочего и повторных заземлений выполняют аналогично расчету защитных заземлений электроустановок.

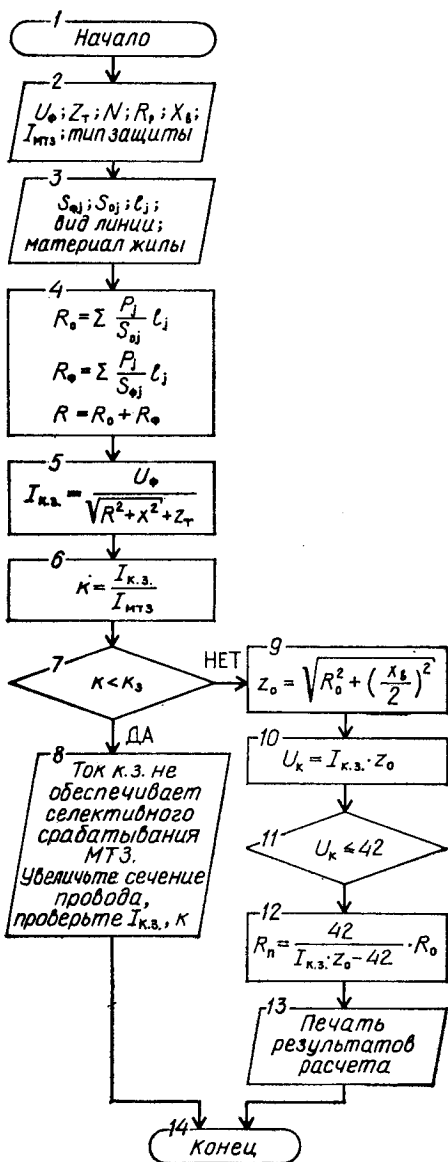


Рис. 15. Схема алгоритма расчета зануления

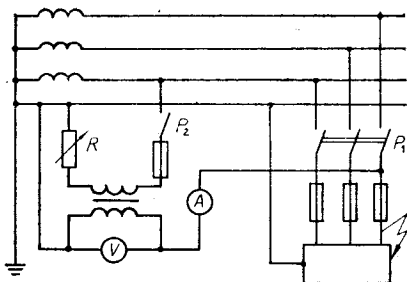


Рис. 16. Схема измерения сопротивления петли фазный — нулевой защитный проводник

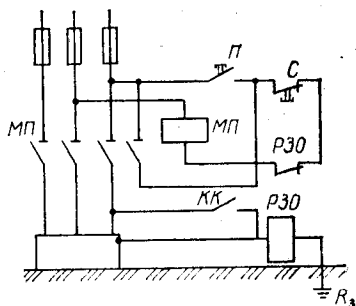


Рис. 17. Схема защитного отключения на токе замыкания на землю

Алгоритм расчета зануления приведен на рис. 15. Контроль зануления проводится после монтажа электроустановки, капитального ремонта или реконструкции и периодически в процессе эксплуатации не реже одного раза в шесть лет. Контроль включает внешний осмотр цепи, измерение сопротивлений рабочего и повторных заземлений, проверку срабатывания защиты при замыкании на корпус, а также проверку наличия цепи между зануленными установками и ее элементами. Проверка срабатывания защиты осуществляется непосредственным измерением тока однофазного короткого замыкания на корпус с помощью специальных приборов или измерением полного сопротивления петли фаза — нуль (рис. 16) с последующим определением тока однофазного короткого замыкания. Полученный ток сравнивается с номинальным током защитного аппарата с учетом кратности тока. У электроустановок, присоединенных к одной группе и находящихся в одном помещении, производится измерение тока только на одной, самой отдаленной от точки питания установке. Срабатывание защиты на других установках определяется измерением переходного сопротивления между проверенной и другими установками, которое не должно превышать 0,1 Ом.

Защитное отключение — это автоматическое отключение всех фаз (полюсов) участка сети, обеспечивающее безопасное для человека сочетание тока и времени его прохождения при замыканиях на корпус или снижения уровня изоляции ниже установленного значения.

Наиболее простые схемы защитного отключения на напряжении корпуса относительно земли и на токе замыкания на землю (рис. 17). Они выполняются добавлением в схему

магнитного пускателя МП нормально замкнутого контакта реле защитного отключения РЗО, включенного в цепь катушки МП последовательно с кнопками «Пуск» — «П» и «Стоп» — «С». Корпус защищаемого оборудования заземляется через катушку РЗО. В схемах на напряжении корпуса относительно земли это реле напряжения, а в схемах на токе замыкания на землю — реле тока. При превышении уставки напряжения относительно земли или тока замыкания на землю реле срабатывает и обесточивает катушку МП. Оборудование отключается. В схеме предусматривается ручной контроль исправности искусственным подключением одной из фаз к корпусу оборудования через кнопку контроля КК. При исправном устройстве защитного отключения оборудование отключается.

Проверка устройств защитного отключения проводится не реже одного раза в квартал до включения или сразу после включения электроустановки.

Электрозащитные средства (ЭЗС) — это переносные и перевозные изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

По характеру применения средства подразделяются на две категории: *средства коллективной защиты* и *средства индивидуальной защиты* (ГОСТ 12.4.011-75).

По степени защиты ЭЗС подразделяются на *основные* и *дополнительные*.

Основные ЭЗС — это средства защиты, изоляция которых длительно выдерживают рабочее напряжение электроустановки и позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К основным ЭЗС, применяемым в электроустановках напряжением до 1000 В, относятся: изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками. К основным ЭЗС для работы в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения и др.

Дополнительные ЭЗС — это средства защиты, дополняющие основные, а также служащие для защиты от напряжений прикосновения и шага. При данном напряжении сами по себе они не могут обеспечить защиту от поражения током, а применяются совместно с основными ЭЗС. К дополнительным ЭЗС, применяемым в электроустановках напряжением

до 1000 В относятся: диэлектрические галоши и ковры, переносные заземления, изолирующие подставки, оградительные устройства, плакаты безопасности и др. К дополнительным ЭЗС, применяемым в электроустановках напряжением выше 1000 В, относятся: диэлектрические перчатки, боты, ковры, изолирующие подставки, переносные заземления, плакаты безопасности и др.

Рассмотрим подробнее некоторые ЭЗС.

Изолирующие штанги состоят из двух частей: рабочей (палец, резаки, захваты и т. д.), изолирующей (длина которой определяется рабочим напряжением) и ручки-захвата для удержания штанги в руках. Операции со штангами разрешены только специально обученному персоналу в присутствии второго лица, контролирующего его действия. При операции со штангой необходимо пользоваться дополнительными ЭЗС.

Изолирующие клещи предназначены для замены плавких вставок предохранителей при напряжении до 35 кВ включительно. Токоизмерительные клещи предназначены для кратковременного измерения протекающего по проводнику тока без разрыва цепи при напряжении до 10 кВ включительно. Они представляют собой трансформаторы тока с разъемным токопроводом и вторичной обмоткой, нагруженной амперметром.

Указатели напряжения служат для установления наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях без определения его величины. В электроустановках напряжением до 1000 В для проверки отсутствия или наличия напряжения служат двухполюсные указатели напряжения, работающие по принципу протекания активного тока, вызывающего свечение неоновой лампочки (типа УНН-1, УНН-1Ш, УНН-10, МИН-1, ПИН-90 и др.). Для их работы необходимо одновременное прикосновение к двум фазам или одной фазе и «земле».

Монтерский инструмент с изолированными рукоятками применяют при выполнении работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000 В (обычно 220/380 В). Для этих работ используют отвертки, односторонние гаечные ключи, плоскогубцы, кусачки, ножи с изолированными рукоятками, которые изготавливают из пластмасс.

Диэлектрические перчатки бывают двух типов: бесшовные и со швом. Их следует выбирать такого размера, чтобы они свободно одевались на руки, не сдавливали пальцы и не спадали со свободно опущенных рук. Перед одеванием на руки диэлектрические перчатки проверяют на герметич-

ность: у расправленной перчатки закатывается и зажимается манжет, чтобы воздух внутри перчатки оказался под некоторым избыточным давлением. При наличии проколов или надрывов воздух будет выходить из перчатки. Негерметичные перчатки применять нельзя. Диэлектрические боты и галоши одевают на обычную обувь.

Плакаты безопасности делятся на *предупреждающие* («Стой. Напряжение», «Испытания. Опасно для жизни», «Не влезай. Убьет!»), *запрещающие* («Не включать. Работают люди», «Не включать. Работа на линии», «Не открывать. Работают люди»), *предписывающие* («Работать здесь», «Влезать здесь») и *указательный* («Заземлено»). Они вывешиваются в электроустановках при выполнении ремонтно-профилактических работ.

Для установления диэлектрических свойств после изготовления, ремонта и в процессе эксплуатации все изолирующие ЭЗС подлежат электрическим испытаниям.

Защитные мероприятия в электроустановках. Лица, обслуживающие и эксплуатирующие электроустановки, относятся к электротехническому персоналу. Электротехнический персонал должен быть физически здоровым, не иметь увечий и болезней, препятствующих или мешающих выполнению работы. Пригодность к обслуживанию электроустановок определяется при приеме на работу и один раз в два года медицинским освидетельствованием. К работам в электроустановках допускаются лица в возрасте не моложе восемнадцати лет.

Лица, допускаемые к работам в электроустановках, должны иметь соответствующую техническую подготовку. После обучения производится проверка знаний «Правил техники безопасности» специальной квалификационной комиссией. Проверяемому присваивается квалификационная группа по электробезопасности и выдается удостоверение, дающее право выполнять определенные работы в электроустановках. Выделяется пять квалификационных групп по электробезопасности (I—V), а присваивается только четыре (II—V). V и IV квалификационные группы разрешают выполнять работы при любых напряжениях (в т. ч. и выше 1000 В) электроустановок, а III и II — только в электроустановках напряжением до 1000 В.

Вся ответственность за безопасное состояние электрооборудования и соблюдение действующих Правил возлагается на главного инженера, главного энергетика, начальника электроцеха, на энергетиков цехов и на каждого работника, возглавляющего участок предприятия.

Для каждой отдельной электроустановки должно быть выделено ответственное лицо соответствующей квалификации, в обязанности которого вменяется следить за безопасным состоянием обслуживаемой электроустановки. Лица, не имеющие непосредственного отношения к обслуживанию данной электроустановки, не должны допускаться в помещение без разрешения главного энергетика или другого ответственного лица, а также без сопровождающего лица с квалификационной группой не ниже III.

Перед началом работ в электроустановках должен быть выполнен комплекс мероприятий, обеспечивающих безопасность персонала. Эти мероприятия разделяются на две группы: *организационные* и *технические*.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются: оформление работы нарядом-допуском, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе; переводов на другое рабочее место, окончание работы. Работы в электроустановках производятся, как правило, не менее чем двумя лицами.

Техническими мероприятиями предусматривается производство необходимых отключений и принятие мер, препятствующих подаче напряжения к месту работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры (блокировка, замок, снятие предохранителей и т. д.); вывешивание запрещающих плакатов, проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях и наложение временных заземлений, вывешивание предупреждающих и предостерегающих плакатов, ограждение рабочих мест и оставшихся под напряжением токоведущих частей.

Помощь при поражении электрическим током. Помощь человеку, попавшему под напряжение, состоит из двух этапов: освобождения пострадавшего от действия тока и оказания ему первой помощи.

Для освобождения пострадавшего от действия тока необходимо быстро отключить электроустановку. Если пострадавший находится на высоте, то следует принять меры, обеспечивающие безопасность пострадавшего при падении.

Если установку достаточно быстро отключить нельзя, то необходимо отделить пострадавшего от элементов, находящихся под напряжением. При напряжении электроустановки до 1000 В для отделения пострадавшего можно пользоваться сухим предметом, не проводящим электрического тока (одеждой, палкой), браться за отстающую от тела сухую

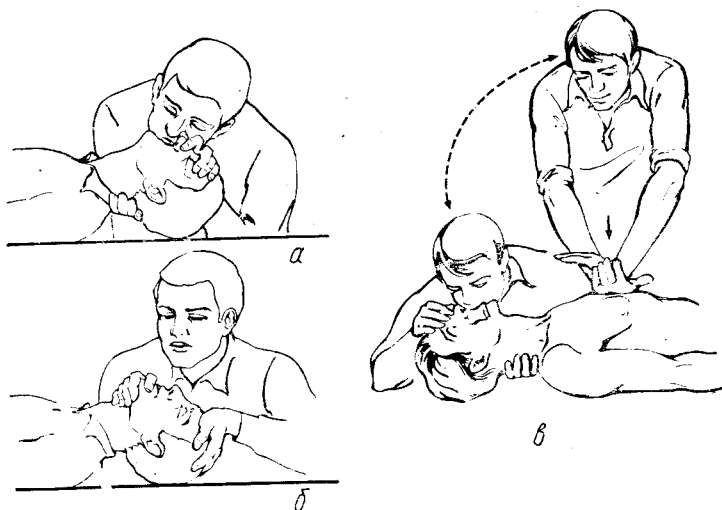


Рис. 18. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

одежду пострадавшего или применять ЭЗС. При напряжении установки выше 1000 В для отделения пострадавшего от земли или элемента, находящегося под напряжением, следует пользоваться ЭЗС (штангой, клещами). А если это невозможно, то необходимо сделать короткое замыкание или заземлить проводник.

Меры первой помощи пострадавшему зависят от его состояния. Для определения этого состояния пострадавшего необходимо уложить на спину на твердую поверхность, проверить наличие дыхания и пульса (лучше всего на сонной артерии), а также обратить внимание на состояние зрачка (широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга). Во всех случаях поражения электрическим током вызов врача является обязательным независимо от состояния пострадавшего.

Если у пострадавшего нарушено дыхание, то следует немедленно приступить к искусственному дыханию. Его необходимо освободить от стесняющей дыхание одежды, открыть и прочистить рот, запрокинуть голову назад, чтобы подбородок находился на одном уровне с шеей и не затруднялось дыхание. Встав на колени у изголовья пострадавшего и сделав глубокий вдох, следует вдуть воздух из своих легких в легкие пострадавшего через рот или нос (рис. 18, а). Затем необходимо откинуться назад и сделать новый вдох, а пострадавший при этом делает пассивный выдох. Следует

делать 10...12 вдуваний в одну минуту (рис. 18, б). При восстановлении у пострадавшего слабого самостоятельного дыхания искусственное дыхание следует продолжать до полного восстановления дыхания, совмещая вдувание воздуха с вдохом пострадавшего.

Если у пострадавшего нарушена работа сердца, то для поддержания кровообращения и восстановления самостоятельной работы сердца проводят наружный массаж сердца. Наружный массаж делают надавливанием на нижнюю часть грудины, за которой расположено сердце. Место надавливания находится на два пальца выше мягкого конца грудины (рис. 18, в). Оказывающий помощь кладет на это место нижнюю часть ладони одной рукой, а сверху под прямым углом кладет вторую руку и надавливает на грудную клетку пострадавшего, помогая при этом наклоном корпуса. Надавливать следует примерно один раз в секунду, перемещая толчком грудную клетку в сторону позвоночника на три-четыре сантиметра. О восстановлении деятельности сердца у пострадавшего судят по появлению пульса.

Если искусственное дыхание и массаж сердца необходимо выполнять одновременно, то при двух лицах, оказывающих помощь, вдувание производится во время паузы через каждые четыре — шесть надавливаний, а при одном, оказывающем помощь — после двух-трех вдуваний воздуха производится 15...20 надавливаний на грудную клетку. Мероприятия по оживлению проводятся до полного восстановления дыхания и работы сердца (зрачки сужаются), до прибытия врача или до наступления явных признаков необратимой смерти (появление трупных пятен, окоченение).

§ 2.2. Безопасность устройства и эксплуатации производственного оборудования и транспорта

Безопасность производственного оборудования. Работа производственного оборудования связана с возможностью воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов, сопутствующих выполнению определенных технологических процессов. Основными направлениями облегчения труда и оздоровления его условий является механизация и автоматизация производственных процессов, а также применение манипуляторов и роботов. Однако в ряде случаев еще применяются ручные производственные процессы. В таких производствах безопасность труда обусловлена степенью безопасности производственного оборудования и технологического процесса. Основными требова-

ниями охраны труда к производственному оборудованию являются: безопасность, надежность и удобство в эксплуатации.

Для обеспечения наивысшей степени безопасности производственного оборудования требования безопасности учитывают начиная с технического задания на проектирование и кончая его монтажом на производстве.

Опасная зона оборудования — это пространство, в котором возможно действие на работающего опасного и/или вредного производственного фактора. Опасная зона может быть локализована вокруг или вблизи движущихся элементов оборудования (зубчатых, ременных или цепных передач, вращающегося или перемещающегося оборудования, режущего инструмента и т. д.) или обуславливаться возможностью поражения электрическим током, воздействием вредных производственных факторов, а также возможностью травмирования отлетающей стружкой.

Для обеспечения безопасности должны предусматриваться устройства, исключающие возможность проникновения работающего в опасную зону оборудования, либо ослабляющие действие вредного фактора.

По характеру применения средства защиты подразделяются на *коллективные* и *индивидуальные*.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяются на средства защиты от воздействия механических, химических и биологических факторов; от поражения электрическим током; средства защиты от вредных производственных излучений, шума, вибрации, ультра- и инфразвука; от повышенных или пониженных температур оборудования или деталей и воздуха рабочей зоны; средства нормализации освещения и воздушной среды рабочих мест и производственных помещений. По принципу действия средства коллективной защиты подразделяются на ограждающие, предохранительные, блокирующие, сигнализирующие, системы дистанционного управления оборудованием и специальные.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) в зависимости от назначения подразделяются на изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, спецодежда, спецобувь, средства защиты рук, головы, лица, глаз, органов слуха, защитные дерматологические средства, средства защиты от падения с высоты и др. К ним предъявляются следующие требования: обеспечение оптимальных условий труда и высокой степени защиты, создание благоприятных для человека соотношений с окружающей внешней средой и удобство

обслуживания оборудования, надежность, прочность, долговечность, учет требований эстетики.

Оградительные средства защиты препятствуют попаданию человека в опасную зону или распространению опасных и вредных факторов. Они применяются для изоляции зон с опасностью механических воздействий, для ограждения токоведущих частей, зон излучений и выделений вредных веществ, а также расположенных на высоте рабочих площадок. Оградительные устройства делятся на три группы: *стационарные, передвижные и переносные*.

Стационарные (несъемные) ограждения демонтируются только для выполнения вспомогательных операций: смены инструмента, смазки оборудования, выполнения измерений и т. д. Стационарные ограждения могут быть полными, когда ограждение охватывает все оборудование вместе с опасной зоной, и частичными, когда ограждается только опасная зона.

Передвижными (съемными) ограждениями закрывается доступ в рабочую зону оборудования при возникновении опасного момента, т. е. при включении оборудования, а при неработающем оборудовании доступ в рабочую зону открыт.

Переносные ограждения используются при ограждении нестационарных рабочих мест (сварочных постов), а также при ремонтных или наладочных работах.

Ограждения чаще всего выполняются в виде металлических сплошных или сетчатых кожухов, реже используют пластмассу и дерево. В случае необходимости наблюдения за опасной зоной, кроме сетчатых, могут применяться сплошные ограждения из прозрачных материалов.

Предохранительные устройства защиты служат для автоматического отключения оборудования при возникновении аварийных режимов, т. е. при выходе одного из параметров за пределы допустимых значений. В установках, работающих под давлением выше атмосферного, применяются предохранительные клапаны и мембраны. При использовании токсичных или взрывопожароопасных газов или паров применяются стационарные автоматические газоанализаторы, которые могут включать аварийную вентиляцию, выдавать предупредительный сигнал или отключать оборудование при достижении допустимой концентрации газов или паров. Для ограничения пути перемещения элементов оборудования применяют ограничители и концевые выключатели.

Блокировочные устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону или устраняют опас-

ный фактор при пребывании человека в опасной зоне.

По принципу действия блокировочные устройства подразделяются на механические, электрические, фотоэлементные, радиационные, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Механические блокировки выполняют в виде различных рычагов, стопоров или защелок в механизмах, а также в дверях и дверцах ограждений. Электрическая блокировка применяется в технологических электроустановках и испытательных стендах. Фотоэлементная блокировка применяется в прессовом оборудовании и не позволяет включить пресс при нахождении руки работающих в опасной зоне.

В схемах радиационной блокировки (рис. 19) на руке (или руках) работающего с помощью специального браслета укрепляют радиоактивный источник (1), помещенный в специальный экран. Излучение направлено только во внешнюю сторону, а руки и тело работающего защищены от облучения этим экраном. Направленное от источника радиоактивное излучение улавливается трубками Гейгера (2), установленными на границе опасной зоны оборудования. Усилитель схемы с аварийным реле (3) разрывает цепь питания оборудования, в результате чего оборудование отключается или не может включаться при нахождении рук работающего в опасной зоне.

Устройства сигнализации предназначены для сообщения персоналу о режиме работы оборудования и о возникающих аварийных ситуациях. По способу информации сигнализация может быть световая, звуковая, светозвуковая и одоризационная (по запаху). По назначению системы сигнализации разделяются на оперативную, предупредительную и опознавательную. Для световой (визуальной) сигнализации используют измерительные приборы, лампы накаливания, подсветку на мнемосхемах, цветовую окраску. Для звуковой применяются звонки и сирены. При одоризационной сигнализации, широко применяемой в газовом хозяйстве, в газы, которые сами не имеют запаха (например, метан, пропан-бутан и др.), добавляют ароматические углеводороды, имеющие резкий запах при сравнительно малых концентрациях.

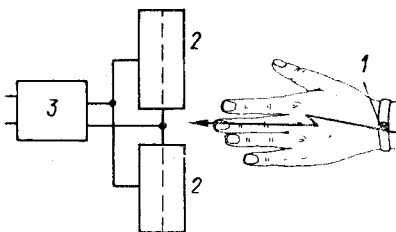


Рис. 19. Схема радиационной блокировки

Оперативная сигнализация широко применяется в различных технологических процессах и в испытательных стендах, сигнализируя о включенном или отключенном состоянии оборудования, о достижении заданных параметров, а также для согласования действий нескольких работающих.

Предупредительная сигнализация служит для предупреждения работающих о возникновении опасности или приближении аварийной ситуации.

Опознавательная сигнализация предназначена для выделения как отдельных видов оборудования, так и наиболее опасных его зон и механизмов. Применяют систему сигнальных цветов и знаков безопасности по ГОСТ 12.4.026-76*. Опознавательной сигнализацией является окраска в соответствующие цвета баллонов и трубопроводов, кнопок и рукояток управления, электрических проводов и т. д.

В красный цвет окрашиваются извещающие о нарушениях безопасности сигнальные лампочки и внутренние поверхности ограждающих устройств (дверей, ниш и др.). В желтый цвет окрашиваются элементы производственного оборудования, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для работающих; транспортное и подъемно-транспортное оборудование, элементы грузозахватных приспособлений; ограждения, устанавливаемые на границах опасных зон, границы подходов к запасным и эвакуационным выходам. Зеленый цвет применяется для сигнальных ламп, дверей, световых табло, запасных или эвакуационных выходов.

Знаки безопасности (рис. 20) разделяются на четыре группы: запрещающие, предупреждающие, предписывающие, указательные. Отличительными признаками в них являются цвет, форма, обозначения или надписи.

Запрещающие знаки:

1.1 — «Запрещается пользоваться открытым огнем»; 1.2 — «Запрещается курить»; 1.3 — «Вход (проход) воспрещен»; 1.4 — «Запрещается тушить водой»; 1.5 — «Запрещающий знак с поясняющей надписью».

Предупреждающие знаки:

2.1 — «Осторожно! Легковоспламеняющиеся вещества»; 2.2 — «Осторожно! Опасность взрыва»; 2.3 — «Осторожно! Едкие вещества»; 2.4 — «Осторожно! Ядовитые вещества»; 2.5 — «Осторожно! Электрическое напряжение»; 2.6 — «Осторожно! Излучение лазера»; 2.7 — «Осторожно! Работает кран»; 2.8 — «Осторожно! Возможно падение»; 2.9 — «Осторожно! Прочие опасности».

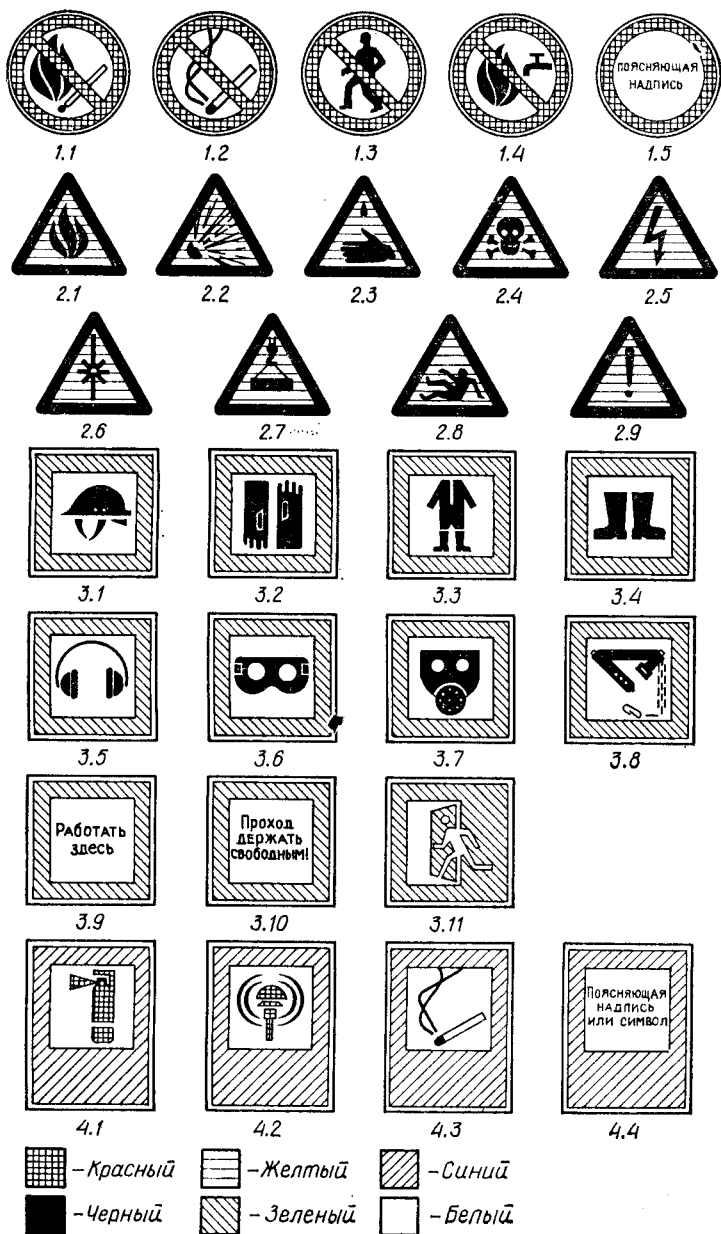


Рис. 20. Знаки безопасности

Предписывающие плакаты:

3.1 — «Работать в каске!»; 3.2 — «Работать в защитных перчатках!»; 3.3 — «Работать в защитной одежде!»; 3.4 — «Работать в защитной обуви!»; 3.5 — «Работать с применением средств защиты органов слуха!»; 3.6 — «Работать в защитных очках!»; 3.7 — «Работать с применением средств защиты органов дыхания!»; 3.8 — «Работать в предохранительном поясе!»; 3.9 — «Работать здесь!»; 3.10 — «Проход держать свободным!»; 3.11 — «Выходить здесь!»

Указательные знаки:

4.1. — «Огнетушитель»; 4.2 — «Пункт извещения о пожаре»; 4.3 — «Место курения»; 4.4 — «Расположение определенного места, объекта или средства», например «Пункт медицинской помощи», «Телефон», «Проход здесь», «Питьевая вода» и др.

Системы дистанционного управления характеризуются тем, что контроль работы и управление оборудованием осуществляются с вынесенных из опасной зоны или достаточно удаленных постов. Дистанционное управление целесообразно в труднодоступных зонах, в зонах повышенной опасности, где пребывание людей запрещено или ограничено (например, в помещениях с источниками ионизирующих излучений, токсичными, легковоспламеняющимися и взрывчатыми веществами).

Специальные средства защиты могут быть различными в зависимости от вида оборудования и существующих опасных и вредных факторов: защитное заземление и зануление электроустановок, двуручное включение оборудования; системы освещения, вентиляции, шумоглушения, защиты от излучения и др.

Безопасность эксплуатации герметичных систем под давлением. Сосудом, работающим под давлением, называется герметически закрытая емкость, предназначенная для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов и жидкостей, находящихся под избыточным давлением.

Основное свойство сосудов — герметичность, т. е. непроницаемость жидкостями или газами конструкций и соединений, ограничивающих внутренний объем сосуда. Этот принцип является обязательным и для вакуумных установок. Внутренние объемы герметичных сосудов ограничивают среду, которая сама может быть рабочим телом (сжатый воздух, пар) или исполнять роль среды, предназначенной для протекания рабочих процессов (сжиженные газы — азот, углекислота и др.). В качестве среды могут применяться

также горючие и взрывоопасные, токсичные и агрессивные газы и жидкости. Среда может находиться под высоким давлением, глубоким вакуумом, быть сильно нагретой или сильно охлажденной.

Нарушение герметичности нежелательно с технической точки зрения и опасно для обслуживающего персонала, так как связано с возможностью взрыва или выделения в окружающее пространство среды сосуда. Взрыв очень опасен для оборудования, элементов здания и людей. Отдельные части взорвавшегося сосуда разлетаются на расстояние до сотен метров и могут разрушить железобетонные перекрытия, а при взрыве сосудов с горючими газами возникают пожары.

Основные причины аварий сосудов: неправильное изготовление, нарушение режима работы и правил их эксплуатации, неисправность арматуры и приборов, коррозионные разрушения, сильный удар по сосуду, повышение давления внутри сосуда, соприкосновение с искрой или открытым пламенем. Причины аварий сосудов различны и зависят от типов и назначения сосудов.

Так, паровые котлы могут взрываться вследствие недостаточного количества воды и при большом слое накипи на стенках. Причинами взрыва воздушных компрессоров и воздухоотделителей являются перегрев стенок компрессора, загорание и взрыв паров масла, разряды статического электричества, засасывание загрязненного воздуха. Основные причины повреждения трубопроводов: гидравлические удары, низкое качество прокладочного материала, неудовлетворительная конструкция и изготовление прокладок.

Причинами взрывов баллонов могут служить наполнение их сверх допустимой нормы, удары по баллону, нагрев или переохлаждение баллона, ошибочное использование баллонов, попадание жирных частиц и нахождение в баллоне частиц окалина. Взрывы кислородных баллонов возможны вследствие воспламенения масла, попавшего на вентиль, воспламенения пластмассовых уплотнений в вентиле, а также разрядов статического электричества, образовавшегося при истечении кислорода.

Арматура, контрольно-измерительные приборы и предохранительные устройства. Для обеспечения безопасных условий труда и предупреждения аварий на сосудах и аппаратах, работающих под давлением, устанавливают приборы для измерения давления и температуры среды, предохранительные устройства, запорную арматуру, указатели уровня жидкости, приспособления для удаления конденсата.

Запорная арматура (вентили, задвижки, краны) служит для отключения сосуда от трубопровода. Эти устройства устанавливаются на видном и доступном для обслуживающего персонала месте, на высоте не более 1,8 м от пола. На маховиках арматуры указывается направление вращения при их открывании и закрывании.

Манометры для измерения фактического давления предусматривают на всех сосудах. Предельное рабочее давление сосуда указывается на шкале манометра красной чертой. Рабочие манометры должны проверяться не реже одного раза в год.

В случае превышения рабочего давления в сосуде вступает в действие предохранительный клапан, открывающий отверстие, и среда отводится в безопасное место. Применяются также предохранительные мембраны (пластины), разрывающиеся при повышении давления в сосуде более чем на 25 % рабочего давления.

Испытания, регистрация и техническое освидетельствование сосудов. Все баллоны на заводе-изготовителе подвергаются гидравлическому испытанию повышенным давлением, а затем пневматическому испытанию при рабочем давлении.

После монтажа все сосуды подлежат техническому освидетельствованию, а сосуды, находящиеся под давлением выше 70 кПа, — регистрации в инспекции Госгортехнадзора.

В период эксплуатации сосуды и установки подвергаются следующим видам контроля: внешнему и внутреннему осмотру с целью выявления состояния поверхностей и влияния среды на стенки сосуда не реже одного раза в четыре года; гидравлическому испытанию с предварительным внутренним осмотром не реже одного раза в восемь лет и ежегодному осмотру в рабочем состоянии. Баллоны подвергаются периодическому освидетельствованию не реже чем через пять лет. Это освидетельствование включает внутренний и наружный осмотры поверхностей, проверку массы, вместимости и гидравлические испытания. Стальные газопроводы для горючих газов подлежат осмотру и проверке на плотность через три года после ввода в эксплуатацию, а в последующем — через каждые пять лет; чугунные подлежат осмотру один раз в пять лет, а проверке на плотность — ежегодно.

Специальные меры безопасности при эксплуатации баллонов. При изготовлении баллонов должна обеспечиваться их механическая прочность, герметичность и предусматриваться приспособления, предотвращающие повышение давления. На горловине баллона имеется отверстие с конической резьбой, запорный вентиль, колпак для закрывания

горловины и редуктор для выпуска газа с пониженным давлением. Для безопасного использования боковые штуцеры вентилей для баллонов, наполняемых водородом и другими горючими газами, имеют левую резьбу, а баллоны, наполняемые кислородом и негорючими газами, — правую резьбу. Вентиль баллона для ядовитого газа снабжается заглушкой, навертывающейся на боковой штуцер.

Для внешнего различия баллоны окрашивают в различные цвета (азот — черная, ацетилен — белая, водород — темно-зеленая, кислород — голубая, углекислота — черная, этилен — фиолетовая) и указывают наименование газа. Каждый баллон снабжается клеймом завода-изготовителя и маркировкой Госгортехнадзора о прохождении испытания. Баллоны хранят при температуре не выше 35 °С в вертикальном положении на специальных стеллажах. Пустые баллоны и баллоны без башмаков хранят в горизонтальном положении с обязательной прокладкой деревянных шаблонов в каждом ряду. Баллоны необходимо изолировать от воздействия солнечных лучей и отопительных приборов для исключения местного нагрева.

Перевозка заполненных баллонов производится в специально оборудованных автомобилях или на тележках. При перевозке, хранении и эксплуатации баллонов с кислородом недопустимо наличие на вентиле даже незначительных пятен масла, краски или жира.

Специальные меры безопасности при эксплуатации трубопроводов. Трубопроводы для горячих газов защищают водяными затворами от попадания в них пламени, взрывной волны и проникновения воздуха. Их снабжают компенсирующими устройствами для предотвращения деформаций и взрывов вследствие термических напряжений при колебаниях температуры.

Трубопроводы окрашивают масляной краской в различные цвета (вода — зеленый, пар — красный, воздух — синий, кислота — оранжевый, щелочь — фиолетовый и т. д.). Чтобы выделить вид опасности, на трубопроводы наносят предупреждающие (сигнальные) цветные кольца. Кольца красного цвета обозначают, что транспортируются взрывоопасные, огнеопасные, легковоспламеняющиеся вещества; зеленого цвета — безопасные или нейтральные вещества; желтого — токсичные вещества. Кроме того, кольца желтого цвета указывают на другие виды опасности: глубокий вакуум, высокое давление, наличие радиации и т. д. Кроме цветных сигнальных колец применяют предупреждающие знаки, маркировочные щитки и надписи на

трубопроводах (цифровое обозначение вещества, слово «вакуум» для вакуум-проводов, стрелки, указывающие направление движения жидкости, и др.), которые располагаются на наиболее ответственных местах коммуникаций.

Специальные меры безопасности при использовании газа. Безопасность эксплуатации внутризаводских газопроводов зависит от их прочности, плотности соединений, защиты от коррозии, надежности работы контрольно-измерительной и предохранительной аппаратуры.

К работам по контролю состояния газопроводов относится периодический осмотр труб, их изоляция и проверка запорной аппаратуры, проверка плотности газопроводов для выявления мест утечек газа и измерение потенциала блуждающих токов.

Отсутствие запаха в природных газах затрудняет обнаружение утечки. Поэтому к газам примешивают сильно пахнущие жидкости — одоранты, что позволяет легко обнаружить присутствие газа.

Безопасность устройства и эксплуатации подъемно-транспортного оборудования. Эксплуатация подъемно-транспортных устройств сопряжена с повышенной опасностью, обусловленной наличием комплекса механизмов, выполняющих различные технологические операции. Многообразие механизмов приводит к сочетанию опасных зон отдельных элементов. Опасная зона всего подъемно-транспортного устройства не является стабильной, а перемещается в пространстве при перемещении всего устройства или отдельных его элементов.

Для обеспечения безопасности подъемно-транспортное оборудование снабжается специальными приборами и устройствами. Концевые выключатели автоматически отключают механизмы перемещения и подъема крюка при приближении к крайним положениям. Ограничители грузоподъемности предохраняют устройство от перегрузок отключением механизма подъема или изменением вылета стрелы. Применяют также устройства, предотвращающие соскальзывание канатов с крюков; буферные устройства, амортизирующие толчки; тормозные и удерживающие (ловители); устройства световой и звуковой сигнализаций при возникновении опасной ситуации в работе оборудования (при достижении предельно допустимого угла наклона).

Чтобы обеспечить необходимую механическую прочность механизмов, отдельных узлов, конструктивных элементов, грузозахватных и чалочных приспособлений, администрация предприятия совместно с инспекцией Госгор-

технадзора проводят техническое освидетельствование подъемно-транспортного оборудования. Освидетельствование проводится перед вводом в эксплуатацию, после монтажа, переустройства и ремонта, а также периодически не реже одного раза в год.

Техническое освидетельствование подъемно-транспортного устройства включает осмотр, статические и динамические испытания. Осмотр грузоподъемной машины сопровождается проверкой всех механизмов, электрооборудования, тормозных устройств, аппаратуры управления, приборов безопасности, освещения и сигнализации, а также габаритов устройства.

Статические испытания при первичном освидетельствовании после монтажа и капитального ремонта производят при нагрузке, превышающей грузоподъемность на 25 %, а при периодических освидетельствованиях — на 10 %. Груз поднимается крюком на высоту 100 м и в таком положении выдерживается в течение 10 мин. Затем определяется величина деформации металлоконструкций. Остаточная деформация не допускается.

Оборудование, прошедшее статические испытания, подвергается динамическим испытаниям. При динамических испытаниях повторно (не менее двух раз) поднимается и опускается груз, превышающий грузоподъемность устройства на 10 %. Проверяются действия механизмов, тормозов и концевых выключателей подъемом и опусканием груза, и отдельных перемещений различных механизмов. При обнаружении опасных дефектов оборудование подлежит ремонту или замене.

Безопасность при погрузочно-разгрузочных работах и движении транспорта. Работы по погрузке, разгрузке и перемещении грузов называют такелажными. К погрузочно-разгрузочным работам подростки до 16 лет не допускаются. В возрасте от 16 до 18 лет они не допускаются к выполнению физически тяжелых работ. Подростки могут быть допущены к погрузке и выгрузке штучных, навалочных и легковесных грузов. К застроповке грузов женщины и подростки не допускаются.

При переноске грузов в одиночку на расстояния до 25 м допускается следующая максимальная нагрузка, кг;

- для подростков женского пола в возрасте от 16 до 18 лет — 10;
- для подростков мужского пола — от 16 до 18 лет — 16;
- для женщин старше 18 лет — 15;
- для мужчин старше 18 лет — 50.

При погрузке или разгрузке с автомашин груза массой 60—80 кг должны работать не менее двух грузчиков. Работаящие обеспечиваются средствами индивидуальной защиты — спецодеждой, спецобувью, рукавицами, а при необходимости — респираторами и защитными очками.

К выполнению стропальных и такелажных работ допускаются лица, прошедшие медицинскую комиссию, обучение и проверку знаний по безопасности труда, пожарной безопасности, оказанию первой помощи и имеющие удостоверение на право производства таких работ. Повторный инструктаж этих лиц проводится не реже одного раза в три месяца. Если к работам привлекают подсобных рабочих, то стропальщик является старшим и ответственным за производство работ.

При подъеме и перемещении груза стропальщику запрещается находиться на грузе, под грузом, производить погрузку и разгрузку автомобилей, если на них находятся люди, оттягивать груз во время подъема — опускания и перемещения.

Требования к погрузочно-разгрузочным работам. Погрузочно-разгрузочные работы производят механизированным способом согласно требованиям ГОСТ 12.3.009-76 «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности». В виде исключения эти работы могут выполняться вручную, причем грузчики-мужчины могут переносить груз до 80 кг с помощью приспособлений, но, начиная с груза массой 50 кг, его подъем и укладка должны производиться с помощью другого рабочего. При необходимости перемещения грузов массой до 80 кг могут применяться ручные приспособления (вагонетки, тележки и др.), а при большей массе — механические приспособления (автопогрузчики, краны, лебедки).

Все грузоподъемное оборудование должно иметь регистрационный номер, обозначенную грузоподъемность и дату очередного испытания. На предприятии должен быть установлен единый порядок обмена условными сигналами между стропальщиком и крановщиком. В темное время суток место выполнения такелажных работ должно хорошо освещаться. Запрещена работа автомобильных кранов под линиями электропередачи любого напряжения.

При складировании материалов между штабелями необходимо оставлять проезды шириной три — пять метров в зависимости от размеров груза и габарита механизмов или проходы шириной один-полтора метра. Ящики можно укладывать в штабель высотой до трех метров, а затем, проложив для связи доски, уложить штабель высотой еще

до двух метров. Каталные грузы (рулоны, бочки) можно укладывать в накат до пяти рядов (с принятием мер против раскатывания) или ставить на торец в два ряда. Длинномерные материалы (лес, трубы, прокат и др.) укладываются в штабеля рядами с прокладками. Необходимо принимать меры против раскатывания этих грузов.

Требования к движению транспорта. На предприятиях широко применяются электрокары, автомобильный и рельсовый транспорт, транспортеры. Причинами аварий и несчастных случаев при применении транспортных средств является их неисправность, превышение скорости, а также неправильная укладка груза. Поэтому при перевозке грузов на транспорте должны соблюдаться правила движения и эксплуатация транспортных средств должна производиться с соблюдением требований безопасности.

Электрокары должны быть снабжены тормозами, поворотным устройством, световыми и звуковыми сигналами. Скорость движения электрокаров не должна превышать внутри помещений 6 км/ч, вне помещений 10 км/ч. При поворотах, заездах в цехи и склады, выездах из-за угла скорость не должна превышать 3 км/ч с обязательной подачей звукового сигнала. Для безопасной езды необходимы асфальтированные проезды, обеспечивающие наличие свободной зоны между электрокаром и оборудованием или стенами не менее 0,5 м.

К вождению электрокаров допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, предварительно обученные и сдавшие экзамен.

Груз, перевозимый на электрокаре, должен укладываться на платформу и его масса не должна превышать ее грузоподъемность. Перевозка грузов, закрывающих видимость пути следования, проводится в сопровождении специально выделенного ответственного лица. Перевозка людей на электрокаре запрещается.

К управлению автомобилем допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение, выданное ГАИ, талон на право управления, талон технического паспорта, путевой или маршрутный лист (при выезде за пределы предприятия). Скорости движения машин на территории предприятия не более 10 км/ч, а на участках плохой слышимости сигналов (вблизи шумных участков), внутри помещений, при въезде и выезде из них, при поворотах и перекрестках не более 5 км/ч.

Перевозимый груз должен размещаться и закрепляться на автомобиле так, чтобы он не ограничивал водителю

обзор и не подвергал опасности пешеходов. Лица, сопровождающие груз, могут находиться в кузове вместе с грузом при условии, что они обеспечены местом для сидения, расположенным ниже уровня бортов.

Люди могут перевозиться на автомобиле при условии, что кузов оборудован сидениями на удобной высоте от пола; но не менее 15 см от верхнего края бортов, заднее и продольно расположенные у боковых бортов сидения снабжены прочными спинками, а бортовые запоры надежно закреплены.

Во избежание несчастных случаев на внутривозовском железнодорожном транспорте должны соблюдаться Правила технической эксплуатации железных дорог Министерства путей сообщения СССР. Должны подаваться звуковые сигналы. При въезде в помещение скорость движения состава должна быть не более 5 км/ч, а сцепщики и составители вагонов должны идти впереди состава на расстоянии 15 м.

При применении узкоколейного рельсового транспорта проходы около рельсовых путей должны иметь ширину не менее 1 м от лежащего на движущихся вагонетках материала. Скорость вагонеток не должна превышать 5 км/ч, а при спуске под уклон — 4 км/ч.

При эксплуатации транспортеров и конвейеров необходимо предусматривать переходные мостки, так как при передвижении под конвейером или над транспортером может произойти захват одежды их подвижными частями. Вдоль транспортеров через каждые 15 м должны устанавливаться аварийные кнопки «Стоп». При неисправности или захвате одежды движущимися частями конвейера необходимо немедленно остановить конвейер нажатием этой кнопки. Местонахождение этих кнопок должно быть хорошо известно всем работникам, обслуживающим конвейер.

Требования безопасности при передвижении людей. При проектировании территории предприятия в соответствии с требованиями СНиП предусматриваются пешеходные дорожки для быстрого и безопасного передвижения работающих по территории. Все работающие на предприятии должны быть ознакомлены с правилами передвижения на территории.

Пешеходные дорожки должны иметь твердое покрытие, содержаться в чистоте, регулярно убираться от мусора, грязи и снега, а в зимнее время посыпаться песком. В темное время суток должны освещаться, иметь минимальное количество пересечений с проездами. Ширина пешеходной дорожки должна быть не менее 0,9 м.

Глава 3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

§ 3.1. Общие санитарно-гигиенические условия

Санитарно-гигиенические требования к промышленным предприятиям и производственным помещениям. Территория и планировка зданий и сооружений промышленных предприятий должны отвечать требованиям действующих «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» (СН 245-71) и «Строительных норм и правил» (СНиП II-89-80) по проектированию генеральных планов промышленных предприятий и удовлетворять санитарным требованиям в отношении естественного освещения и проветривания, уровня стояния грунтовых вод, предупреждения загрязнения воздуха, воды, почвы отходами производства.

Застройка промышленной площадки может быть сплошной или отдельно стоящими одно- и многоэтажными зданиями. При сплошной застройке различные цехи размещаются в одном здании под общей кровлей. При застройке отдельно стоящими зданиями в каждом из них размещается один цех и/или склад. В многоэтажных зданиях выделяются помещения, в которых находятся пожаро-взрывоопасные технологические процессы (лакокрасочные, полировка футляров РЭА и т. д.). Промышленные здания с технологическими процессами, загрязняющими атмосферу (литейные, лакокрасочные), необходимо располагать по отношению к другим зданиям, населенным пунктам с подветренной стороны в направлении господствующих ветров. Кроме того, здания и сооружения располагают на площадке предприятия так, чтобы в местах воздухозабора системами вентиляции содержание вредных веществ в наружном воздухе не превышало 30 % предельно допустимых концентраций для воздуха в рабочей зоне.

Санитарные разрывы между зданиями или крыльями зданий, освещаемыми через оконные проемы, принимаются не менее наибольшей высоты до верха карниза противостоящих зданий и сооружений.

По функциональному использованию площадка предприятия делится на зоны: предзаводскую (за пределами ограды или условной границы предприятия), производственную, подсобную и складскую.

Дороги на территории предприятий делятся на главные магистрали и проезды. Главные магистрали имеют направления с дорог общего пользования к основным въездам на

Таблица 7. Классы промышленных предприятий по ширине санитарно-защитной зоны

Класс предприятий	I	II	III	IV	V
Ширина санитарно-защитной зоны, м	1000	500	300	100	50

предприятие. Причем на территорию предприятия с площадью площадки более пяти гектаров должно быть не менее двух въездов. К зданиям и сооружениям по всей их длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей. Наряду с проездами для транспорта устраиваются тротуары для движения людей. В ночное время дороги и площадки должны быть освещены в соответствии с СНиП II-4-79.

Территории предприятий озеленяют. Для озеленения применяют местные виды древесно-кустарниковых растений с учетом их санитарно-защитных, декоративных свойств и устойчивости к вредным веществам и излучениям.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющиеся источниками выделения вредных веществ и излучений, отделяются от жилой застройки санитарно-защитными зонами. В зависимости от группы (вида) и интенсивности вредных факторов нормы СН 245-71 устанавливают пять классов промышленных предприятий по ширине санитарно-защитной зоны (табл. 7).

В зависимости от назначения здания и технологии производства предусматривают устройство внутреннего водопровода и канализации, а также систем наружного водоснабжения в соответствии со СНиП II-30-76, СН 245-71 и ГОСТ 2874-73. В зданиях в зависимости от требований технологии производства принимаются системы водопровода: оборотного, повторного использования, охлажденной, дистиллированной, умягченной воды и др. Для сокращения воды на производственные нужды следует применять системы повторного и оборотного водоснабжения. Расход воды для питья, на технологические нужды и на пожаротушение определяется технологическими особенностями производства. Расход воды на пожаротушение определяется в соответствии со СНиП II-30-76; на хозяйственно-питьевые нужды ГОСТ 2874-73. Предельно допустимые концентрации вредных примесей в водоемах санитарно-бытового пользования регламентируются СН 245-71.

Для спуска фекально-хозяйственных и производственных вод оборудуются канализационные устройства в соответствии с действующими нормативными документами СН 245-71 СНиП-II-30-76. Производственные сточные воды очищаются до поступления в наружную канализационную сеть. Для взрывоопасных цехов предусматривается отдельная производственная канализация.

Требования к производственным помещениям устанавливаются СН 245-71, СНиП, соответствующими ГОСТами и ОСТАми с учетом опасных и вредных факторов, образующихся в процессе производства.

Производственные и складские здания могут иметь любую форму и размеры, обусловленные производственными требованиями. Однако, исходя из санитарно-гигиенических условий (освещение, вентиляция), наиболее целесообразны здания, имеющие форму прямоугольника. Конструкция производственных зданий, число этажей и их площадь обуславливаются технологическим процессом, категорией взрывопожароопасности, наличием вредных и опасных факторов.

Высота помещений должна быть не менее 3,2 м. Объем и площадь производственных помещений определяются из условий требования СН 245-71 и должна быть не менее 15 м³ и 4,5 м² на каждого рабочего соответственно.

Полы на рабочих местах должны быть теплыми, плотными, сопротивляемыми удару; иметь нескользкую и удобную для очистки поверхность; быть устойчивыми к химическим воздействиям и поглощению этих веществ. Они строятся с уклоном для стока жидкости к трапам или сборникам и делаются непроницаемыми для жидкости. Выбор конструкции полов производится в зависимости от характера производства в соответствии с СНиП II-27-76 и ГОСТ ССБТ на соответствующие технологические процессы.

Стены производственных и бытовых помещений должны отвечать требованиям шумозащиты, теплозащиты, предотвращению сорбции; подвергаться легкой уборке, мытью; иметь отделку, исключаящую возможность поглощения и осаждения ядовитых веществ (керамическая плитка, масляная краска).

Цветовая отделка интерьеров помещений должна соответствовать требованиям и указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

За состоянием строительных конструкций производственных зданий и сооружений должно быть установлено сис-

тематическое наблюдение, особенно на участках, подверженных динамическим нагрузкам. Необходимо проверять состояние фундаментов, стен, кровли, подвижных опор, сварных и заклепочных швов ферм.

На предприятиях в соответствии с СНиП II-92-76 для обслуживания трудящихся устраивают вспомогательные здания и помещения; санитарно-бытовые, общественного питания, здравоохранения, культурного обслуживания, управления, конструкторских бюро, учебных занятий и общественных организаций. Вспомогательные помещения различного назначения (гардеробные, уборные, личной гигиены женщин, ручных ванн, умывальники, полудуши и устройство питьевого водоснабжения, помещения, для обезвреживания, сушки и обеспыливания одежды) следует размещать в одном здании и в местах с наименьшим воздействием вредных факторов.

Предприятия обязаны обеспечить работающих водой. Раздача питьевой воды должна осуществляться с помощью фонтанчиков, устанавливаемых в среднем из расчета один фонтанчик на 75...100 рабочих. Температура питьевой воды при раздаче должна соответствовать санитарным нормам и быть не выше 20 °С и не ниже 8 °С. В горячих цехах снабжают рабочих подсоленной газированной водой.

Метеорологические условия. Для повышения трудоспособности и сохранения здоровья важно создать для организма человека стабильные метеорологические условия.

В понятие метеорологические условия воздушной среды входят: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха и интенсивность теплового (инфракрасного) облучения.

Значительное колебание параметров микроклимата приводит к нарушению терморегуляции организма, т. е. способности организма поддерживать постоянную температуру тела. Это приводит к нарушению систем кровообращения, нервной и потогонительной, что может вызывать повышение или понижение температуры тела, слабость, головокружение, иногда и обморок.

«Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» устанавливают оптимальные и допустимые температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне (табл. 8). Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону помещений, допустимые — на постоянные и непостоянные рабочие места рабочей зоны. Допустимые показатели микро-

Т а б л и ц а 8. Нормируемые величины параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с
		оптимальная	допустимая на рабочих местах		оптимальная	допустимая на рабочих местах, не более	
			постоянных	непостоянных			
Холодный	Легкая I, а	22...24	21...25	18...26	40...60	75	0,1 не более 0,1
	I, б	21...23	20...24	17...25	40...60	75	0,1 не более 0,2
	Средней II, а	18...20	17...23	15...24	40...60	75	0,2 не более 0,3
	тяжести II, б	17...19	15...21	13...23	40...60	75	0,2 не более 0,4
	Тяжелая III	16...18	13...19	12...20	40...60	75	0,3 не более 0,5
	Легкая I, а	23...25	22...28	20...30	40...60	55 при 28 °С	0,1 0,1...0,2
Теплый	I, б	22...24	21...28	19...30	40...60	60 при 27 °С	0,2 0,1...0,3
	Средней II, а	21...23	18...27	17...29	40...60	65 при 26 °С	0,3 0,2...0,4
	тяжести II, б	20...22	16...27	15...29	40...60	70 при 25 °С	0,3 0,2...0,5
	Тяжелая III	18...20	15...26	13...28	40...60	75 при 24 °С	0,4 0,2...0,6

и ниже

* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре года, меньшая — минимальной. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения может быть определена интерполяцией.

климата устанавливаются в случаях, когда по технологическим, техническим и экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

В кабинетах, пультах и постах управления, в залах вычислительной техники, в помещениях для выполнения работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные нормы $t = 22...24\text{ }^{\circ}\text{C}$; $W = 40...60\%$ и $v = 0,1\text{ м/с}$.

При обеспечении оптимальных норм температура внутренних поверхностей строительных конструкций рабочей зоны и наружных поверхностей оборудования не должна отличаться более чем на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ от допустимых значений температур. Если температура поверхностей выше или ниже оптимальной температуры воздуха, рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м .

В помещениях, в которых нельзя обеспечить допустимые нормы температуры, необходимо предусматривать местное кондиционирование, воздушное душирование, помещения для отдыха и обогрева, спецодежду, СИЗ, регламентацию времени труда и отдыха. В целях профилактики тепловых травм температура ограждающих устройств не должна превышать $45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нормы микроклимата устанавливаются в зависимости от сезона года, категории работ.

Сезон года подразделяют на теплый и холодный периоды года. Теплый период года — период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, а холодный — период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Категория работ — это разграничение работ на основе общих энергозатрат организма.

Различают: *легкие физические работы* (категория I), *физические работы средней тяжести* (категория II) и *тяжелые физические работы* (категория III).

Легкие физические работы (категория I) охватывают виды деятельности, при которых расход энергии составляет до 138 Дж/с (120 ккал/ч) — категория I, а; от 138 до 172 Дж/с ($120...150\text{ ккал/ч}$) — категория I, б. К категории I, а относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения. К категории I, б относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Физические работы средней тяжести (категория II) охватывают виды деятельности, при которых расход энергии составляет от 172 до 232 Дж/с ($150...200\text{ ккал/ч}$) — категория

II, а; от 232 до 293 Дж/с (200...250 ккал/ч) — категория II, б. К категории II, а относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением легких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя. К категории II, б относятся работы, выполняемые стоя, связанные с ходьбой, переноской небольших (до 10 кг) тяжестей.

Тяжелые физические работы (категория III) — работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности, с постоянными передвижениями и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей: энергозатраты более 293 Дж/с.

Оздоровление воздушной среды производственных помещений. Многие технологические процессы являются источниками образования вредных веществ; паров, газов и пыли, которые поражают или действуют на определенные органы и физиологические системы человека — нервную систему, почки, печень, кожу и слизистые оболочки (табл. 9).

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76* *вредным веществом называют вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требования безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений.*

По степени воздействия на организм *вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:*

1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные.

В СССР установлены предельно допустимые концентрации (ПДК), мг/м³, пыли, паров и газов в воздухе, соблюдение которых при работе длительностью не более восьми часов в день в течение всего трудового стажа не приводит к заболеваниям или отклонениям в состоянии здоровья работающих. Перечень ПДК вредных газов, паров, пыли в воздухе рабочей зоны приводится в ГОСТ 12.1.005-76.

Вредные вещества по физиологическому воздействию подразделяются на: раздражающие, действующие на поверхностные ткани дыхательного тракта и слизистые оболочки (ацетон, пары серной и азотной кислот и др.); удушающие, нарушающие процесс усвоения кислорода тканями (оксид углерода, цианистый водород и др.); наркотические, действующие как наркотики (бензин, дихлорэтан и др.); соматические яды, вызывающие нарушения деятельности всего организма или его отдельных органов и систем (олово, свинец и др.).

Таблица 9. Биологическое действие, класс опасности и ПДК в воздухе рабочей зоны компонентов, входящих в состав припоя, флюса и моющих средств

Компоненты	Характер токсичности и действия	Класс опасности	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Компоненты припоев			
Олово	Поражает бронхи, вызывает пролиферативно-клеточную реакцию в легких. При длительном воздействии возможен пневмокониоз	3	10 — (для оксида олова)
Свинец	При отравлении наблюдается поражение нервной системы, крови, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, половой системы	1	0,01
Компоненты флюса			
Канифоль сосновая	Обладает раздражающим действием. При длительном воздействии на кожу вызывает дерматит	—	—
Спирт этиловый	Обладает наркотическим и раздражающим действием. Вызывает изменения в печени, сердечно-сосудистой системе, нервной системе, сухость кожи при длительном контакте	4	1000
Моющие средства			
Ацетон	Наркотик, поражающий все отделы центральной нервной системы, изменения со стороны верхних дыхательных путей. Раздражение слизистой оболочки глаз, носа, горла. Возможно отравление	4	200
Бензин	Раздражающее и наркотическое действие, функциональные нервные расстройства, сопровождающиеся мышечной слабостью, вялостью, сонливостью или бессонницей. Расстройства пищеварения, печени, дрожание пальцев и языка, поражение кожи. Характерно развитие судорог, понижается кровяное давление, замедляется пульс	4	300

Источниками вредных веществ могут быть: исходное сырье, промежуточные операции, готовые изделия, отходы производства.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды относятся:

механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими;

применение технологических процессов и оборудования, при которых исключено или сведено к минимуму образование вредных факторов, их поступление в рабочую зону; оно достигается заменой токсичных материалов и веществ нетоксичными, применением вместо твердых и жидких топлив газообразного, нагревом материалов за счет применения электромагнитного поля;

герметизация оборудования и технологических процессов;

замена работы с применением сухих материалов работой с увлажненными материалами (мокрое шлифование взамен сухого);

тщательная систематическая уборка помещения влажным способом или с применением пылесосов;

обеспечение работающих комплексом санитарно-бытовых помещений (душами, умывальниками и т. д.);

профессиональный отбор лиц для работы в цехах, где имеет место загрязнение воздуха; предварительный и периодический медицинские осмотры;

установление особого режима работы и отдыха (сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск и др.);

санитарно-техническая пропаганда и обучение безопасным методам работы;

устройство вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления в соответствии со СНиП 2.04.05-84.

Одним из средств защиты работающего от вредных факторов является применение СИЗ. К ним относятся средства защиты органов дыхания, зрения, кожных покровов, лица, головы и т. д.

Системы отопления сооружений и помещений принимают в соответствии со СНиП 2.04.05-84 в зависимости от их назначения, токсичности и пожаровзрывоопасности, применяемых или образующихся веществ и материалов. К ним относятся:

воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией;

водяное отопление со встроенными в строительные конструкции нагревательными элементами и стояками;

водяное отопление с радиаторами и конвекторами.

В зданиях и помещениях с производствами категорий А, Б предусматриваются системы воздушного отопления, работающие на наружном воздухе без рециркуляции.

Промышленная вентиляция. *Вентиляцией называется организованный и регулируемый воздухообмен.* Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и метеорологических условий.

По способу перемещения воздуха вентиляция бывает двух видов; *естественная* и *механическая*. Возможно также сочетание естественной и механической вентиляции в различных вариантах.

Естественная вентиляция (аэрация) зданий — это организованная регулируемая естественная вентиляция. Она осуществляется под действием аэростатического и ветрового давления. Аэрацию применяют в цехах со значительными тепловыделениями, если концентрация вредных веществ в приточном воздухе не превышает 30 % ПДК в рабочей зоне. Для притока наружного воздуха в одно- и двухпролетных цехах устраивают проемы в наружных стенах. Низ проемов располагают в теплый период года на высоте 0,3...1,8 м; в переходный и холодный периоды года в цехах высотой менее 6 м — не менее 3 м от пола, а в цехах высотой более 6 м — на высоте не менее 4 м от пола.

Механическая вентиляция — это вентиляция, при которой воздухообмен достигается за счет разности давлений, создаваемой вентилятором. Механическая вентиляция применяется в случаях, когда тепловыделения в цехе недостаточны для круглогодичного использования аэрации, а также если количество выделяющихся в помещении вредных веществ требует поддержания постоянного воздухообмена независимо от внешних метеорологических условий.

При механической вентиляции воздух подвергается предварительной обработке. В зимнее время приточный воздух подогревается, в летнее — охлаждается. В необходимых случаях увлажняется или осушается. Если удаляемый механической вентиляцией воздух содержит в большом количестве вредные газы, пары и пыли, то он подвергается очистке.

Допустимое содержание пыли в воздухе, выбрасываемом в атмосферу (мг/м^3), определяется по формулам:

при объеме воздуха, выбрасываемого в атмосферу, более $15\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$C_1 = 100k;$$

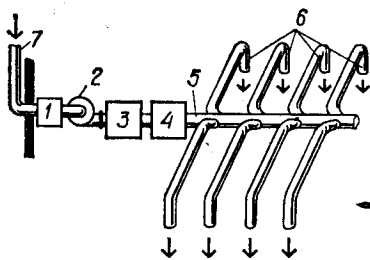


Рис. 21. Схема приточной вентиляции

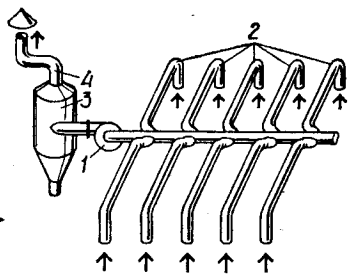


Рис. 22. Схема вытяжной вентиляции

при объеме воздуха, выбрасываемого в атмосферу, 15000 м³/ч и менее

$$C_2 = (160 - 4L) k,$$

где k — коэффициент, принимаемый в зависимости от предельно допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны помещения на постоянных рабочих местах; L — объем удаляемого воздуха, тыс. м³/ч.

Механическая вентиляция делится на рабочую и аварийную.

Рабочая вентиляция подразделяется на общеобменную и местную. Общеобменная вентиляция выполняется в виде приточной, вытяжной или смешанной (приточно-вытяжной).

Приточная вентиляция обеспечивает подачу в производственные помещения чистого наружного воздуха. Она может применяться в производственных помещениях со значительными тепловыделениями и малой концентрацией вредных. При этом удаление загрязненного воздуха осуществляется через фрамуги, дефлекторы или вентиляционные короба. Схема приточной вентиляции представлена на рис. 21:

1 — пылеочиститель; 2 — вентилятор; 3 — воздухонагреватель; 4 — устройство для охлаждения или увлажнения воздуха; 5 — магистральный воздуховод; 6 — воздуховоды; 7 — канал для подачи свежего воздуха.

Вытяжная вентиляция применяется в производственных помещениях, в которых отсутствуют вредные выделения и необходимая малая кратность воздухообмена во вспомогательных и бытовых помещениях, на складах. Схема вытяжной вентиляции представлена на рис. 22:

1 — вентилятор; 2 — воздуховоды; 3 — очистное устройство; 4 — выброс воздуха.

Приточно-вытяжная вентиляция применяется во всех производственных помещениях, когда требуется повышен-

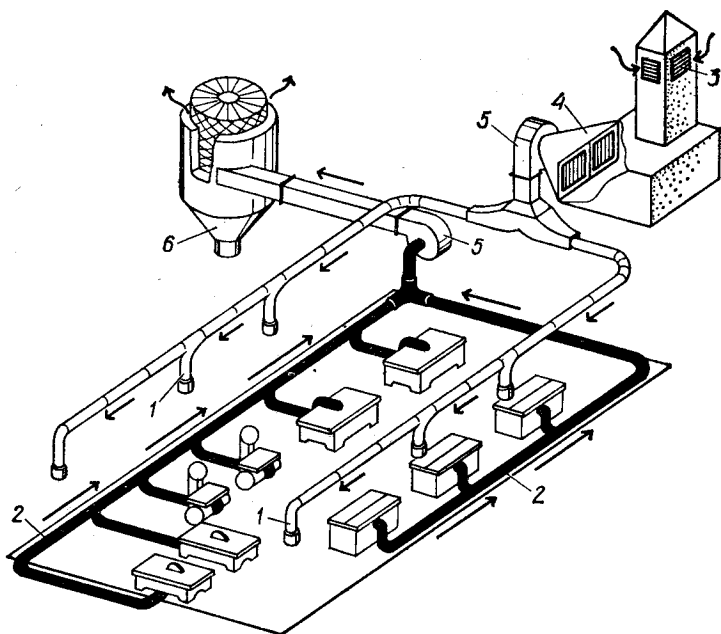


Рис. 23. Схема приточно-вытяжной вентиляции

ный и особо надежный обмен воздуха. Схема ее представлена на рис. 23:

1 — приточные магистрали; 2 — вытяжные магистрали; 3 — воздухозаборная шахта; 4 — воздухонагреватели; 5 — вентиляторы; 6 — центробежный пылеотделитель.

Количество воздуха, которое необходимо подавать в помещения для обеспечения требуемых параметров воздушной среды, определяется на основании количества тепла, влаги и вредных веществ, поступающих в помещения, а также учитывая удаление воздуха местными отсосами от оборудования, общеобменной вентиляцией.

Количество необходимого подаваемого воздуха в зависимости от количества выделяющихся вредных веществ определяется по формуле:

$$L = L_{\text{мт}} + \frac{Z - L_{\text{мт}}(C_{\text{м}} - C_{\text{п}})}{C_{\text{ух}} - C_{\text{п}}},$$

где $L_{\text{мт}}$ — количество воздуха, удаляемого из рабочей или обслуживающей зоны помещения местными отсосами, общеобменной вентиляцией и на технологические или другие нужды, м³/ч; Z — количество вредных веществ, поступаю-

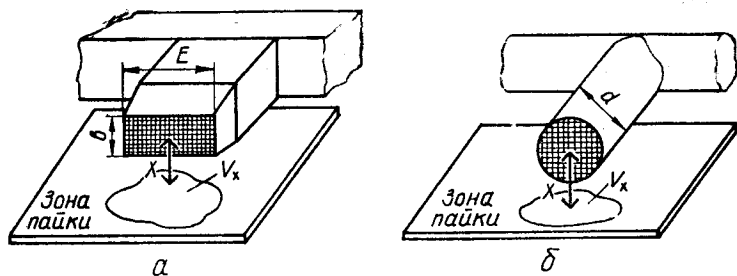


Рис. 24. Местные отсосы

щих в воздух помещения, мг/ч; C_m — концентрация вредных веществ в воздухе удаляемого из рабочей или обслуживаемой зон местными отсосами на технологические или на другие нужды, мг/м³; C_{yx} — концентрация вредных веществ в воздухе, удаляемого из помещения, мг/м³; C_n — количество вредных веществ в воздухе, подаваемого в помещения, мг/м³.

Местная вентиляция подразделяется на приточную и вытяжную. Местная приточная вентиляция служит для создания требуемых условий в ограниченной зоне помещения, а вытяжная — для улавливания вредных веществ непосредственно у места их выделения.

Местные приточные вентиляционные устройства делят на стационарные (воздушные души, оазисы и завесы), передвижные (воздушные души) и встроенные средства (ручной инструмент и СИЗ).

В местных вытяжных отсосах открытого типа (вытяжные зонты, бортовые и боковые отсосы, шарнирно-телескопические отсосы, встроенные в рабочие места и инструменты) всасывающее отверстие располагается на некотором расстоянии от источника образования вредных веществ. В отсосах закрытого типа источник образования размещается внутри укрытия (вытяжные шкафы, камеры, боксы).

В качестве местных отсосов при пайке чаще всего применяют шарнирно-телескопические отсосы прямоугольной и круглой формы с острыми кромками, устанавливаемые в вертикальной плоскости стола (рис. 24):

a — прямоугольной формы; *б* — круглой формы.

Количество отсасываемого воздуха для прямоугольных отверстий с острыми кромками (м³/с) определяется по формуле:

$$L = (S + 7,7E^{0,63}X^{1,4})v_x,$$

где S — площадь всасывающего отверстия, м²; E — большая сторона прямоугольного всасывающего отверстия, м ($E =$

$= 0,14 \dots 0,28$ м); X — расстояние от плоскости всасывающего отверстия до рассматриваемой зоны пайки, м ($X = 0,1 \dots 0,3$ м); v_x — скорость движения воздуха в зоне пайки, м/с.

Меньшая сторона прямоугольного всасывающего отверстия определяется из оптимального соотношения:

$$b/E = 0,24 (X/E)^{0,36}.$$

Для круглого отверстия количество отсасываемого воздуха

$$L = \frac{\pi}{4} (d^2 + 9,1 d^{0,6} X^{1,4}) v_x.$$

Для определения эффективности вентиляционных установок проводится техническое испытание и санитарно-гигиеническая проверка.

Техническое испытание проводится перед пуском смонтированной установки в эксплуатацию, после ремонта и периодически по графику. Цель ее — проверить общее сопротивление, производительность установки, скорость движения воздуха, давление в воздуховодах, температуру и влажность приточного воздуха.

Санитарно-гигиеническая проверка устанавливает, обеспечивает ли вентиляционная установка требуемый метеорологический режим, чистоту воздуха в помещении и на рабочих местах.

Метеорологические условия исследуются следующим образом. Температуру воздуха определяют при помощи термометров, которые разделяются на обыкновенные (комнатные), максимально-минимальные и парные. Температура воздуха на рабочих местах измеряется на уровне 1,3...1,5 м от пола в нескольких точках. Относительную влажность воздуха измеряют приборами-психрометрами и гигрометрами.

Для длительного (в течение суток, недели) измерения и регистрации основных метеорологических факторов применяются самопишущие приборы: термографы — для автоматической записи температуры воздуха и гигрографы — для регистрации во времени изменения влажности воздуха.

Для измерения скорости движения воздуха применяются анемометры: чашечные, крыльчатые и электротермоанемометры.

По правилам производственной санитарии в каждом цехе должен производиться систематический контроль за воздушной средой. Место отбора проб определяют местные санитарные организации. Для контроля воздушной среды применяют различные методы: лабораторные, экспрессные, индикаторные и др.

Производственное освещение. Правильно выполненная система освещения имеет большое значение в снижении производственного травматизма, создает нормальные условия для работы органов зрения, повышает работоспособность организма. Это увеличивает производительность труда при работе средней категории тяжести труда на 5...6 %, при тяжелой зрительной работе на 15 %, а при работе в пределах зрительного восприятия — на 40 %.

В производственных помещениях предусматриваются три вида освещения: *естественное, искусственное и совмещенное.*

Естественное освещение в помещениях колеблется по временам года и по часам суток. Непостоянство освещения во времени вызвало необходимость введения отвлеченной единицы измерения естественной освещенности, которая называется коэффициентом естественной освещенности (КЕО), (*e*). КЕО представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке помещения (E_n) к одновременной освещенности точки, находящейся на горизонтальной плоскости вне помещения (E_n) и освещенной рассеянным светом полностью открытого небосвода

$$e = \frac{E_n}{E_n} \cdot 100\%.$$

Естественное освещение осуществляется:

- боковым светом через световые проемы в наружных стенах или через прозрачные части стен;
- верхним — через световые проемы в перекрытиях или световые фонари;
- комбинированным — через световые проемы в перекрытиях и в стенах.

При одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности.

При двустороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности.

При верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности.

Уровень естественного освещения в помещениях регламентируется СНиП II-4-79. Вся территория СССР раз-

делена на пять поясов светового климата. Нормируется КЕО для зданий, расположенных в III поясе светового климата, а для помещений, расположенных в I, II, IV и V поясах светового климата, определяют по формуле:

$$e^{I,II,IV,V} = e_n^{III} m C,$$

где e_n^{III} — нормированное значение КЕО для зданий, расположенных в III поясе светового климата СССР, определенное по СНиП; m — коэффициент светового климата, определяемый по СНиП в зависимости от расположения здания в поясе светового климата; C — коэффициент солнечности климата (определяется по СНиП в зависимости от пояса светового климата и ориентации здания относительно сторон света).

При проверочном расчете бокового освещения определяют фактическое значение КЕО в помещении и сравнивают с нормированной величиной

$$e_p^{\delta} = (e_{\delta} q + e_{зд} R) r \tau / K_s,$$

где $e_{\delta} = 0,01 n_1 n_2$ — геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет неба; n_1 — количество лучей, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения; n_2 — количество лучей, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения; q — коэффициент яркости облачного неба; $e_{зд}$ — геометрический КЕО в расчетной точке, учитывающий свет, отраженный от противостоящего здания; R — коэффициент относительной яркости противостоящего здания; r — коэффициент увеличения КЕО благодаря свету, отраженному от потолка, стен и пола; τ — общий коэффициент светопропускания; K_s — коэффициент запаса, принимаемый в зависимости от загрязнения воздушной среды в рабочей зоне пылью, парами и газами.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное.

Рабочее освещение предназначено для нормального выполнения производственного процесса, аварийное — для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения, эвакуационное — для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения.

Рабочее искусственное освещение может быть общим или комбинированным. Комбинированное состоит из общего освещения помещения и местного освещения рабочих поверхностей. Оно применяется при выполнении работ

I...IV разрядов для обеспечения высокой освещенности на рабочих поверхностях (монтаж и сборка ЭРЭ и РЭА) и лучших условий различения.

Для освещения помещений следует применять газоразрядные люминесцентные ртутные лампы низкого давления с различным спектральным составом света: лампы дневного света (ЛД) и дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), лампы белого света (ЛБ), тепло-белого света (ЛТБ), холодно-белого света (ЛХБ), лампы естественного света (ЛЕ) и др.

Искусственное освещение нормирует значение освещенности в зависимости от характера зрительной работы (определяемой наименьшим размером объекта различения), фона (светлый, средний, темный), контраста объекта и фона (малый, средний, большой) и системы освещения (комбинированное или общее). Нормируются также показатели качества освещения: показатели ослепленности или дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности. Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять 10 % $E_{\text{комб}}$: для газоразрядных ламп от 150 до 500 лк; для ламп накаливания от 50 до 100 лк.

Освещенность, которую должен обеспечить светильник местного освещения, равняется разнице между нормой освещенности для комбинированного освещения, ($E_{\text{комб}}$) и освещенностью, создаваемой на рабочем месте светильниками общего освещения, ($E_{\text{общ}}$):

$$E_{\text{местн}} = E_{\text{комб}} - E_{\text{общ}}$$

Совмещенное освещение — освещение, при котором в светлое время суток одновременно используются естественный и искусственный свет. При этом недостаточное по условиям зрительной работы естественное освещение постоянно дополняется искусственным освещением, удовлетворяющим специальным требованиям СНиП II-4-79.

Существуют следующие основные методы расчета освещения: метод коэффициента использования и точечный метод.

Метод коэффициента использования предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов в светлых помещениях площадью более 10 м². При расчете по этому методу учитывается прямой и отраженный свет. Потребный поток ламп в каждом светильнике Φ определяется по формуле

$$\Phi = EK_s Z / (N \eta),$$

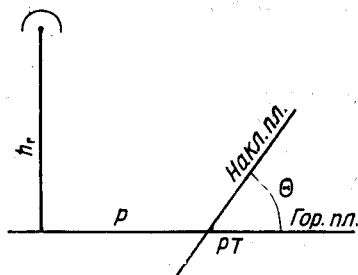


Рис. 25. К определению коэффициента перехода

где E — заданная минимальная освещенность, лк (выбирается по СНиП II-4-79 или отраслевым нормам освещенности); K_z — коэффициент запаса; S — освещаемая площадь, м²; Z — коэффициент неравномерности освещения; N — число светильников (намечаемое до расчета); η — коэффициент использования светового потока в долях единицы.

Точечный метод служит для расчета освещения поверхностей при любом распределении освещенности. Основная расчетная зависимость имеет вид

$$\Phi = 1000EK_z/(\mu \sum e_i \psi_i),$$

где μ — коэффициент увеличения освещенности в расчетной точке за счет многократного отражения от различных поверхностей в помещении и влияния удаленных светильников; e_i — условная освещенность в расчетной точке, создаваемая i -ым светильником, лк; ψ_i — коэффициент перехода от горизонтальной освещенности, создаваемой i -ым светильником в расчетной точке к освещенности наклонной плоскости, проходящей через ту же точку

$$\psi_i = \cos \theta + \frac{p}{h_r} \sin \theta,$$

где θ — угол наклона наклонной плоскости; p — расстояние от точки проекции светильника на горизонтальную плоскость (проходящую через расчетную точку) до расчетной точки, м; h_r — расстояние от светильника до горизонтальной плоскости, проходящей через расчетную точку, м (рис. 25).

§ 3.2. Защита от электрических и магнитных полей и электромагнитных излучений

Защита от постоянных и промышленной частот электрических и магнитных полей. В настоящее время в промышленности и научных исследованиях находят применение различные детали и электро-радиотехнические устройства, установки, а также электрические сети, которые являются источниками постоянных и переменных электрических и магнитных полей частотой 50 Гц.

Воздействие вышеуказанных полей оказывает влияние на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, которые приводят к снижению частоты сердечных сокращений (брахикардии); нарушению состава периферической крови; изменению артериального давления и пульса; возникновению болей в области сердца; сердцебиению; аритмии; к различным морфологическим изменениям; изменениям в печени, легких, почках и поджелудочной железе, вплоть до омертвления.

Кроме этого, электрические поля обуславливают наведение потенциалов на металлических предметах и людях, изолированных от земли. Разность потенциалов между предметом и землей достигает до 15 кВ.

Предельно допустимая напряженность постоянного электрического (электростатического) поля, ($E_{\text{доп}}$), кВ/м, определяется в зависимости от длительности облучения t , ч, согласно «Санитарно-гигиеническим нормам допустимой напряженности электростатического поля» № 1757-77

$$E_{\text{доп}} = 60/\sqrt{t},$$

а для промышленной частоты принята напряженность электрического поля 5 кВ/м в течение каждого рабочего дня (ГОСТ 12.1.002-84) или с учетом длительности облучения:

$$E_{\text{доп}} = 50/(t + 2).$$

Согласно «Предельно допустимым уровням воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами» № 1742-77 напряженность постоянного поля на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м, а магнитных полей промышленной частоты (А/м) можно определить по формуле:

$$H = 8 \cdot 10^3 \exp(-1,35 \lg(f + 1)),$$

где f — частота поля, Гц.

В зависимости от характера и местонахождения источников полей, условий облучения людей применяют различные методы защиты от электрических и магнитных полей: защиту временем, расстоянием, выбор оптимальных геометрических параметров установок, воздушных линий (ВЛ) и открытых распределительных устройств (ОРУ), стационарные и переносные экранирующие устройства (экраны), специальную экранирующую одежду.

Защита временем предусматривает ограничения времени пребывания человека в зоне действия полей. Допустимое время облучения человека $t_{\text{доп}}$, ч:

для постоянного электрического поля рассчитывается по формуле

$$t_{\text{доп}} \leq (60/E_p)^2,$$

где E_p — реальная напряженность электрического поля в рабочей зоне, кВ/м;

для электрического поля промышленной частоты

$$t_{\text{доп}} \leq \frac{50}{E_p} - 2;$$

для магнитного поля промышленной частоты, мин

$$t_{\text{доп}} \leq \exp((5 - H_p)/0,625),$$

где H_p — реальная напряженность магнитного поля в рабочей зоне, кА/м.

Защита расстоянием предусматривает размещение рабочих зон (пультов управления) от источников полей на расстояния, напряженность которых не превышает допустимых значений. Эти расстояния определяются расчетом и проверяются на каждом рабочем месте. Для ВЛ они устанавливаются санитарными нормами и правилами от оси проектируемых ВЛ в зависимости от напряжения.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок в отдельных случаях предусматривают комбинирование защиты временем и расстоянием одновременно.

Величины потенциалов и напряженности поля зависят от конструктивных параметров установок, проводов ВЛ и шин ОРУ. Путем оптимального выбора этих параметров можно значительно снизить потенциалы и напряженность электрического и магнитного полей.

Для защиты от электрических полей применяют экраны из металлических сеток, располагаемых между экранируемым пространством и источником электрического поля. Для защиты от магнитных полей применяют экраны из электротехнической (трансформаторной) стали или пермаллой. Толщина стенки цилиндрического экрана для защиты от магнитных полей (м) определяется по формуле

$$b = r \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{4}{\mu} (K_s - 1)}} - 1 \right);$$

шарообразного экрана

$$b = r \left(\frac{1}{\sqrt[3]{1 - \frac{4,5}{\mu} (K_s - 1)}} - 1 \right),$$

где r — внутренний радиус экрана, м; μ — начальная магнитная проницаемость экрана; $K_э = H/H_{\text{доп}}$ — требуемый коэффициент экранирования; H — фактическая напряженность магнитного поля на рабочем месте, А/м; $H_{\text{доп}}$ — допустимая напряженность магнитного поля, А/м.

Экранирующая одежда является СИЗ и применяется в случаях, когда другие методы и средства защиты от полей невозможны. В комплект СИЗ от электрических полей входят костюм, головной убор, рукавицы и специальная обувь. Костюм изготавливают из специальной металлизированной токопроводящей ткани в виде комбинезона, куртки с брюками или плаща. Головной убор — металлическая или пластмассовая металлизированная каска, капюшон из токопроводящей ткани. Обувь — кожаные ботинки с подошвой из электропроводящей резины или ботинки, сапоги, галоши, выполненные из резины. Все предметы экранирующей одежды должны иметь между собой надежную электрическую связь. В качестве СИЗ от магнитных полей используют шапочку и короткую юбку из пермаллоя марок 79НМ, 79НМ-V, 80НХС, 76НХД.

Защита от излучений радиочастотного диапазона. Источниками электромагнитных излучений (ЭМИ) являются различные установки, начиная от мощных телевизионных, радиовещательных станций, промышленных установок высокочастотного нагрева и кончая неограниченным количеством измерительных, контрольных и лабораторных приборов различного назначения. Электромагнитная энергия (ЭМЭ) излучается через неэкранированные смотровые окна, отверстия, жалюзи, щели и неплотности кожухов РЭА, а также отверстия, через которые проходят оси органов управления. Источниками ЭМИ могут быть любые ЭРЭ, включенные в высокочастотную цепь.

Биологическое действие ЭМЭ зависит от частоты и интенсивности излучений, длительности и условий облучения. Различают термическое (тепловое) воздействие, морфологические и функциональные изменения. Первичным проявлением действия ЭМЭ на организм человека является нагрев тканей и органов, который приводит к изменениям и их повреждениям. Тепловое воздействие характеризуется общим повышением температуры тела или локализованным нагревом тканей. Нагрев особенно опасен для органов со слабой терморегуляцией (мозг, глаза, органы кишечного и мочеполового тракта). ЭМЭ с длиной волны от 1 до 20 см оказывает вредное воздействие на глаза, вызывая катаракту (помутнение хрусталика), т. е. потерю зрения.

Таблица 9. Предельно допустимые напряженности электрических и магнитных полей

Частота ЭМИ	Допустимая напряженность	
	электрического поля, В/м	магнитного поля, А/м
60 кГц...1,5 МГц	50	5
1,5...3 МГц	50	—
3...30 МГц	20	—
30...50 МГц	10	0,3
50...300 МГц	5	—

Морфологические изменения — изменения строения и внешнего вида тканей и органов тела человека (ожоги, омертвление, кровоизлияния, изменения структуры клеток и т. д.). Они наблюдаются в тканях периферической и центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системе, вызывая нарушения регуляторных функций, нервных связей в организме или изменение структуры самих нервных клеток, понижение кровяного давления (гипотонию), замедление ритма сокращений сердца (брадикардию) и т. д.

Функциональные изменения проявляются в головной боли, нарушении сна, повышенной утомляемости, раздражительности, потливости, выпадении волос, болях в области сердца, понижении половой потенции и т. д.

Принцип нормирования ЭМИ радиочастотного диапазона зависит от частоты. Согласно ГОСТ 12.1.006-84 в диапазоне частот 60 кГц...300 МГц нормируются напряженность электрической и магнитной составляющих ЭМИ (табл. 9), а в диапазоне частот 300 МГц...300 ГГц — плотность потока энергии (ППЭ). ППЭ на рабочих местах персонала определяется по формуле

$$ППЭ_{пду} = ЭН_{пду}/t,$$

где $ППЭ_{пду}$ — предельно допустимое значение плотности потока энергии, Вт/м²; $ЭН_{пду}$ — нормативная величина энергетической нагрузки за рабочий день. Для случаев облучения, исключая облучение от вращающегося и сканирующих антенн, она равна 2 Вт · ч/м²; для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн с частотой вращения или сканирования не более 1 Гц и скважностью не менее 50 Гц — 20 Вт · ч/м²; t — время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

Максимальное значение $ППЭ_{пду}$ не должно превышать 10 Вт/м².

При воздействии на персонал ЭМИ с различной частотой от нескольких источников суммарную интенсивность воз-

действия определяют

$$E = \sqrt{E_1^2 + \dots + E_n^2}; \quad H = \sqrt{H_1^2 + \dots + H_n^2}$$

при этом должно обеспечиваться следующее условие:

$$(E_1/E_{\text{пдд}_1})^2 + \dots + (E_n/E_{\text{пдд}_n})^2 \leq 1;$$

$$\text{ППЭ/ППЭ}_{\text{пдд}} + (E/E_{\text{пдд}})^2 + (H/H_{\text{пдд}})^2 \leq 1.$$

Контроль ЭМИ на рабочих местах проводится не реже одного раза в год, а также при вводе в действие новых установок, внесении изменений в конструкцию, размещение и режим работы установок, после проведения ремонта, при организации новых рабочих мест. Измерения проводятся при наибольшей мощности излучения и в каждом режиме.

Методика расчета интенсивности облучения зависит от типа излучателя. При изотропном излучении определяют границы зон. Ближняя зона простирается на расстояние

$$r_{\text{бл}} \leq \lambda/2\pi,$$

где λ — длина волны, м. Дальняя зона начинается с расстояния $r_{\text{д}} > \lambda$. Затем определяют в какой зоне находится рабочее место и для данной зоны рассчитывают напряженность электрического (В/м) и магнитного (А/м) полей по формулам:

для ближней зоны

$$E = Il/(2\pi\omega\epsilon r^3); \quad H = Il/(4\pi r^2);$$

для дальней зоны

$$E = \sqrt{30P\sigma}/r; \quad H = \sqrt{P\sigma/30}/(4\pi r),$$

где I — ток в проводнике (антенне), А; l — длина проводника, м; ϵ — диэлектрическая проницаемость среды, Ф/м; ω — круговая частота поля; P — мощность излучения, Вт; σ — коэффициент усиления антенны; r — расстояние от рабочего до излучающей системы, м.

При направленных излучениях для параболических и круглых антенн границы зон определяются по формулам

$$r_{\text{бл}} \leq D^2/4\lambda, \quad r_{\text{д}} \geq D^2/\lambda;$$

для других типов излучателей

$$r_{\text{бл}} \leq L_1 L_2 / 4\lambda, \quad r_{\text{д}} \geq L_1 L_2 / \lambda,$$

где D — диаметр излучателя; м; L_1 и L_2 — размеры антенн, м.

ППЭ в ближней зоне по оси диаграммы направленности излучения определяется

$$\text{ППЭ}_{\text{бл}} = 3P_{\text{ср}}/S;$$

в промежуточной зоне

$$\text{ППЭ}_{\text{пр}} = \frac{3P_{\text{ср}}}{S} (r_{\text{бл}}/r)^2;$$

в дальней зоне

$$\text{ППЭ}_{\text{д}} = P_{\text{ср}}\sigma/(4\pi r^2),$$

где $P_{\text{ср}}$ — средняя мощность излучения, Вт;

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{имп}}\tau/T,$$

где $P_{\text{имп}}$ — мощность излучения в импульсе, Вт; τ — длительность импульса, с; T — период следования импульсов, с; S — площадь излучения антенны, м².

Основными мерами защиты от ЭМИ могут быть: защита временем, защита расстоянием, экранирование источников излучения, уменьшение излучения в самом источнике излучения, экранирование рабочих мест, СИЗ.

Защита временем предусматривает ограничение времени пребывания человека в рабочей зоне. Она применяется тогда, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений. В диапазоне частот 60 кГц... 300 МГц допустимое время пребывания определяют по формуле

$$t_{\text{доп}} = E_{\text{доп}}T/E_{\text{ф}}; \quad t_{\text{доп}} = H_{\text{доп}}T/H_{\text{ф}},$$

где $E_{\text{доп}}$ и $H_{\text{доп}}$ — предельно допустимая напряженность электрического и магнитного полей (см. табл. 9); T — продолжительность рабочего дня, $T = 8$ ч; $E_{\text{ф}}$ и $H_{\text{ф}}$ — фактическая напряженность электрического и магнитного полей на рабочих местах, но $E_{\text{ф}}$ и $H_{\text{ф}}$ не должны быть больше двух значений $E_{\text{доп}}$ и $H_{\text{доп}}$.

В диапазоне частот 300 МГц...300 ГГц $t_{\text{доп}}$ определяют

$$t_{\text{доп}} = \mathcal{E}N_{\text{пду}}/\text{ППЭ}_{\text{ф}}.$$

Защита расстоянием применяется в том случае, когда невозможно ослабить ЭМИ другими мерами, в том числе защитой временем. Тогда прибегают к увеличению расстояния между излучателем и персоналом. Расстояние, соответствующее предельно допустимой интенсивности облучения, определяется расчетом и проверяется инструментально.

Уменьшение мощности излучения в самом источнике излучения достигается применением специальных устройств: поглотителей мощности, эквивалентов антенн, аттенюаторов, направленных ответвителей, делителей мощности, волноводных ослабителей, бронзовых прокладок между фланцами, дроссельных фланцев и др.

Экранирование источников излучения используют для снижения интенсивности ЭМЭ на рабочем месте или ограждения опасных зон излучений. Экраны изготавливают из металлических листов или сеток в виде замкнутых камер, шкафов или кожухов. Толщину экрана, изготовленного из сплошного материала (b) определяют по формуле

$$b = \mathcal{E} / (15,4 \sqrt{f \mu \rho}),$$

где \mathcal{E} — заданное ослабление интенсивности ЭМИ, определяемое как частное от деления фактической интенсивности ЭМИ к предельно допустимому; f — частота ЭМИ, Гц; μ — магнитная проницаемость материала экрана, Гн/м; ρ — удельная проводимость материала экрана, См/м.

Эффективность экрана, изготовленного из одного слоя сетки из цветного материала, расположенного в зоне индукции, определяется

$$\mathcal{E}_{дв} = 20 \lg \frac{1}{\eta},$$

где η — проницаемость экрана,

$$\eta = 3\gamma / (1 + 3\gamma),$$

где γ — параметр экранирования,

$$\gamma = \frac{d}{2\pi R} \left(\ln \frac{d}{r_0} - 1,25 \right),$$

где d — шаг сетки (ячейки); r_0 — радиус проволоки сетки, R — радиус эквивалентного экрана

$$R = \sqrt[3]{3V/4\pi},$$

где V — объем экранирующей камеры.

Ослабление интенсивности ЭМИ сетчатыми экранами, расположенными в дальней зоне при нормальном падении волны и векторе \vec{E} , параллельном проволокам сетки одного из направлений, определяют

$$\mathcal{E}_{дв} = 10 \lg \frac{1 + 4 \left(\frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2}{4 \left(\frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2},$$

где λ — длина волны.

При выборе конструкции экрана или кожуха необходимо учитывать их герметичность (наличие отверстий). Размеры отверстий определяются минимальной длиной волны, $\lambda_{мин}$

$$a = \lambda_{мин} / k,$$

где a — размер стороны квадрата, широкой стороны прямоугольника или диаметр круглого волновода; k — выбирается в зависимости от диапазона частот и формы отверстий. Глубина отверстий должна быть не менее

$$l = \mathcal{E}_{\text{треб}}/\mathcal{E}_{\text{пог}},$$

где $\mathcal{E}_{\text{треб}}$ — требуемое ослабление ЭМИ, дБ; $\mathcal{E}_{\text{пог}}$ — ослабление излучения отверстием, дБ/см.

Экранирование рабочего места применяется в случае, когда невозможно осуществить экранирование аппаратуры. Оно достигается с помощью сооружения кабин либо ширм с покрытием из поглощающих материалов. В качестве экранирующего материала для окон, приборных панелей применяется стекло, покрытое полупроводниковым двуоксидом олова.

СИЗ следует пользоваться в тех случаях, когда применение других способов предотвращения воздействия ЭМИ невозможно. В качестве СИЗ применяются халат, комбинезон, капюшон, защитные очки. В качестве материала для халата, комбинезона и капюшона используется специальная радиотехническая ткань, в структуре которой тонкие металлические нити образуют сетку. В качестве защиты органов зрения применяют сетчатые очки, имеющие конструкцию полумасок из медной или латунной сетки; очки ОРЗ-5 со специальным стеклом с токопроводящим слоем двуоксида олова.

Защита от инфракрасных излучений. Инфракрасное излучение (ИФК) охватывает область спектра с длиной волны, лежащей в пределах от 760 нм до 540 мкм. Оно является функцией теплового состояния источника излучения и возникает там, где температура хотя бы на долю градуса выше абсолютного нуля.

ИФК оказывают в основном тепловое воздействие на организм человека. Эффект их действия зависит от длины волны, которая обуславливает глубину их проникновения. В связи с этим инфракрасное излучение подразделяется на три области: А, В, С. К области А относятся излучения с длиной волны от 760 до 1500 нм; к области В от 1500 до 3000 нм; к области С — более 3000 нм. Первая область инфракрасных излучений обладает большой проникаемостью через кожу и обозначается как коротковолновое ИФК, а следующие две области как длинноволновые. Длинноволновое ИФК поглощается большей частью в эпидермисе, в то время как видимые и ближние ИФК в основном поглощаются кровью в слоях дермы и подкожной жировой клетчаткой. ИФК влияют на функциональное состояние человека, его

Таблица 10. Допустимая плотность потока энергии инфракрасного излучения

Область инфракрасного излучения	Длина волны, нм	Допустимая плотность потока энергии, Вт/м ²	Допустимая интегральная плотность потока энергии, Вт/м ²	Примечание
A	760...1500	100	35	От нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции при облучении 50 % и более поверхности тела
B	1500...3000	120	70	При величине облучения поверхности тела от 25 до 50 %
C	3000...4500	150	100	При облучении не более 25 % поверхности тела
	4500...10 000	120	140	От открытых источников (нагретый металл, стекло, открытый пламя) при облучении не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании СИЗ, в том числе защиты лица и глаз

центральную нервную систему, производят изменения в сердечно-сосудистой системе. Отмечается резкое учащение сердцебиения, повышение максимального и понижение минимального артериального давления, учащение дыхания, повышение температуры тела и усиление потоотделения, заболеваемость сердечно-сосудистой системы и органов пищеварения. ИФК, воздействуя на глаза, могут вызывать целый ряд патологических изменений: конъюнктивиты, помутнение и васкуляризацию роговицы, депигментацию радужки, спазм зрачков, помутнение хрусталика, ожог сетчатки и хориоретинит.

При длительном пребывании человека в зоне ИФК происходит нарушение водно-солевого баланса, который вызывает судорожную болезнь. Нарушение теплового баланса вызывает заболевание, называемое тепловой гипотермией.

Плотность потока энергии ИФК на рабочем месте не должна превышать значений, приведенных в табл. 10.

Интенсивность инфракрасного облучения (Вт/м²) от нагретой поверхности или через отверстие в печи рекомендуется определять по формулам

для $r \geq \sqrt{S}$

$$q = 0,91S [(T/100)^4 - A]/r^2;$$

для $r < \sqrt{S}$

$$q = 0,91 \sqrt{S} [(T/100)^4 - A]/r,$$

где S — излучающая поверхность, м²; T — температура, К; r — расстояние от источника излучения, м; $A = 85$ — для кожи человека и хлопчатобумажной ткани; $A = 110$ — для сукна.

Защита от ИФК достигается: защитой временем, расстоянием, теплоизоляцией горячих поверхностей, охлаждением теплоизлучающих поверхностей, экранированием источников излучения, применением воздушного душирования, СИЗ и др.

Защита временем применяется при высокой интенсивности ИФК облучения. Устраиваются перерывы, частота и длительность которых определяется условиями и категорией работ (табл. 11). С этой целью для работающих применяются специальные радиационные кабины или комнаты отдыха, в которых обеспечивается заданный микроклимат.

Допустимое расстояние до источников ИФК определяют по вышеуказанным формулам, решая их относительно r и подставляя $q_{\text{доп}}$.

Таблица 11. Допустимая длительность облучения инфракрасным излучением и длительность перерывов

Плотность потока излучения, Вт/м ²	Допустимая длительность разового облучения, мин.	Длительность перерыва между облучениями, мин, не менее	Допустимое суммарное время облучения в течение рабочего дня, %
350	Не ограничено	—	100
500	20	5	70
700	15	5	50
1200	10	5	50
2000	5	5	50
2100	4,5	10	30
2800	Выполнение работ без специальных СИЗ не допускается		

Теплоизоляция является эффективным и самым экономическим мероприятием не только по уменьшению интенсивности инфракрасного излучения от нагретых поверхностей (печей, сосудов, трубопроводов и др.), но и общих тепловыделений, а также для предотвращения ожогов при прикосновении к этим поверхностям. По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не должна превышать 45 °С. Для термоизоляции применяют самые разнообразные материалы и конструкции (специальные бетоны, легковесный кирпич, минеральную и стеклянную вату, асбест, войлок и др.). Целесообразно устраивать алюминиевые кожухи снаружи теплоизоляции.

Для снижения тепловых излучений от наружных поверхностей применяется водяное охлаждение. При этом температура наружной поверхности не превышает температуры отходящей воды 35...40 °С.

Наиболее распространенным и эффективным способом защиты от излучения является экранирование. По принципу действия экраны подразделяются на теплоотражающие, теплопоглощающие, теплоотводящие. В зависимости от возможности наблюдения за рабочим процессом экраны можно разделить на три типа: непрозрачные, полупрозрачные, прозрачные.

В качестве отражающих материалов используют фольгу (алюминиевую фольгу), алюминий листовой, белую жемчужную, алюминиевую краску. Для теплопоглощающих экранов используют металлические заслонки и щиты, футерованные огнеупорным или теплоизоляционным кирпичом, асбестовые щиты на металлической раме, сетке или листе, теплоизоляционные конструкции. Теплоотводящие экраны представляют собой сварные или литые конструкции, охлаждаемые протекающей внутри водой. К полупрозрачным экранам относятся металлические сетки с размером ячейки 3...3,5 мм, цепные завесы, армированное стальное стекло. Для прозрачных экранов используют силикатное или кварцевое стекло, тонкие (до 2 мм) металлические пленки на стекле, воду в слое или дисперсном состоянии.

Кроме мер, направленных на уменьшение интенсивности теплового излучения на рабочих местах, предусматривают такие условия, при которых обеспечивается отдача тепла человеком на месте работы. Это осуществляется путем создания оазисов и душирования, с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный

поток определенной температуры и скорости в зависимости от категории работы, сезона года и интенсивности ИФК.

Особую группу мер, направленных на предупреждение перегревания человека, представляют рациональный питьевой режим труда и гидропроцедуры. Для восстановления водного баланса в организме рабочих их снабжают газированной подсоленной водой.

Средства индивидуальной защиты применяются в целях исключения или снижения воздействия лучистой энергии на организм человека. Защита тела достигается снабжением рабочих спецодеждой, выполненной из невоспламеняемого стойкого против лучистой энергии, мягкого и воздухопроницаемого материала (сукно, брезент, синтетическое волокно, химически обработанное с металлическим покрытием тканей). Для защиты глаз от воздействия инфракрасного излучения промышленностью выпускаются стекла-светофильтры, применяемые в очках, щитках и других устройствах. Для различных видов работ рекомендуются соответствующие защитные светофильтры из специального желто-зеленого или синего стекла (ГОСТ 12.4.003-74). Предусматривается специальная кожаная (ГОСТ 12.4.032-77) или валяная (ГОСТ 12.4.050-78) обувь для защиты от повышенных температур.

Защита от ультрафиолетовых излучений. Ультрафиолетовое излучение (УФИ) имеет диапазон длин волн от 390 до 1 нм. По способу генерирования УФИ относится к тепловым источникам, а по характеру воздействия на вещества — к воздействию ионизирующего излучения. Искусственными источниками УФИ являются газоразрядные источники света, электрические дуги, лазеры, ртутные выпрямители и др. Тела начинают генерировать УФИ при температуре нагрева выше 1200 °С, интенсивность растет с увеличением температуры. Воздух непрозрачен для УФИ с длиной волны $\lambda < 185$ нм вследствие поглощения его кислородом.

В связи с тем, что диапазон УФИ имеет большую протяженность и они оказывают различное действие как физико-химического, так и биологического характера, их разделяют на три области: область А — $\lambda = 390...315$ нм; область В — $\lambda = 315...280$ нм; область С — $\lambda = 280...200$ нм.

УФИ области А отличается слабым биологическим действием, вызывающим преимущественно флуоресценцию. Основное биологическое действие оказывает УФИ области В. Это излучение вызывает основные изменения в коже, крови, нервной системе, кровообращении и других органах. УФИ области С отличается большим разрушительным дей-

ствием на клетку, так как обладает бактерицидным действием, вызывая коагуляцию белков и т. д.

Воздействие УФИ на кожу вызывает дерматиты с диффузной экземой, а также образование опухолей при длине волны 280...303 нм. Наряду с этим УФИ оказывает влияние на центральную нервную систему, вызывая головную боль, головокружение, повышение температуры, нервное возбуждение и др.

Действуя на глаза, вызывают сильное воспаление переднего отдела глаза, известное под названием фото- или электроофтальмии, воспаление роговицы (кератит) и помутнение хрусталика.

УФИ изменяет состав производственной атмосферы: образуется озон, оксид азота и пероксид водорода, ионизируется воздух.

С учетом оптико-физиологических свойств глаза и областей УФИ установлены предельно допустимые плотности потока излучений (табл. 12). Для персонала, связанного с люминесцентным контролем качества изделий, допустимая интенсивность УФИ приведена в «Гигиенических требованиях к конструированию и эксплуатации установок с искусственными источниками ультрафиолетового излучения для люминесцентного контроля качества промышленных изделий».

Основными защитными мерами являются: экранирование источников излучения, экранирование рабочих мест, СИЗ, специальная окраска помещений и рациональное размещение рабочих мест.

Наиболее рациональным является экранирование (укрытие) источников излучения. В качестве экрана применяют различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность УФИ. Особое значение имеет защита рабочих от действия УФИ. Для этого рабочие места ограждают ширмами, щитками или устанавливают кабины высотой 1,8...2 м, а стенки не должны доходить до пола на 25...30 см для улучшения условий проветривания кабин.

В качестве СИЗ применяют: спецодежду (куртки, брюки), рукавицы, фартук, щитки со светофильтрами или защитные очки. Одежда изготавливается из тканей не пропускающих

Таблица 12. Ориентировочные допустимые плотности потока УФИ

Область излучения	Длина волны, нм	Допустимая плотность потока энергии, Вт/м ²
A	400...320	10
B	320...280	0,05
C	280...200	0,001

Примечание. Обязательна защита органов зрения и кожных покровов.

Таблица 13. Опасные и вредные производственные факторы

Опасные и вредные производственные факторы	Класс опасности лазера			
	I	II	III	IV
Лазерное излучение:				
прямое, зеркально отраженное	—	+	+	+
диффузно отраженное	—	—	+	+
Повышенная напряженность электрического поля	— (+)	+	+	+
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	—	—	— (+)	+
Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации	—	—	— (+)	+
Повышенная яркость света	—	—	— (+)	+
Повышенные уровни шума и вибрации	—	—	— (+)	+
Повышенный уровень ионизирующих излучений	—	—	—	+
Повышенный уровень электромагнитных излучений ВЧ и СВЧ диапазонов	—	—	—	— (+)
Повышенный уровень инфракрасной радиации	—	—	— (+)	+
Повышенная температура поверхностей оборудования	—	—	— (+)	+
Химически опасные вредные производственные факторы	При работе с токсичными веществами			

Примечание. В данной таблице: «+» — имеют место всегда; «—» — отсутствуют; «— (+)» — наличие зависит от конкретных технических характеристик лазера и условий его эксплуатации.

УФИ (лен, хлопчатобумажная, поплин). Защитные очки и щитки укомплектовываются светофильтрами в зависимости от выполняемой работы согласно ГОСТ 12.4.080-79 и ГОСТ 12.4.003-80. Полную защиту от УФИ всех областей обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее оксид свинца). Для защиты кожи от УФИ применяют мази с содержанием веществ, служащих светофильтрами (салол, салицилово-метиловый эфир и др.).

Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФИ.

Защита от лазерных излучений. Опасные и вредные факторы, которые могут иметь место при эксплуатации лазеров, зависят от класса опасности лазеров и приведены в табл. 13. Лазеры по степени опасности генерирующего ими излучения подразделяются на четыре класса:

I — лазеры, выходное излучение которых не представляет опасности для глаз и кожи.

II — лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением.

III — лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

IV — лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

Технологические лазерные установки классифицируются предприятием-изготовителем измерением уровней лазерного излучения в рабочей зоне и сравнением их с ПДУ.

Класс опасности лазеров, не относящихся к технологическим установкам, определяется предприятием-изготовителем по выходным характеристикам излучения в соответствии с «санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров» № 2392-81 (СНиП № 2392-81).

Лазеры, генерирующие излучение в видимой области спектра, классифицируются по первичным и вторичным биологическим эффектам. При этом выбирается наибольший из соответствующих классов.

Биологическое действие лазерного излучения (ЛИ) зависит от длины волны и интенсивности излучения. В связи с этим весь диапазон длин волн делится на ряд областей: от 0,2 до 0,4 мкм — ультрафиолетовая область; свыше 0,4 до 0,75 мкм — видимая область; свыше 0,75 до 1,4 мкм — ближняя инфракрасная область; свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная область. Различают следующие шесть видов воздействия его на живой организм.

1. Термическое (тепловое) действие. При фокусировке лазерного излучения выделяется значительное количество теплоты в небольшом объеме за короткий промежуток времени.

2. Энергетическое действие определяется большим градиентом электрического поля, обусловленного высокой плотностью мощности. Это действие может вызывать поляризацию молекул, резонансные и другие эффекты.

3. Фотохимическое действие проявляется в выцветании ряда красителей.

4. Механическое действие проявляется в возникновении колебаний типа ультразвуковых в облучаемом организме.

5. Электрострикция — деформация молекул в электрическом поле лазерного излучения.

Таблица 14. Повреждение органов зрения в зависимости от диапазона лазерного излучения

Диапазон излучений		
Ультрафиолетовая область	Видимая область	Инфракрасная область
Разрушение молекул белка роговой оболочки и ожог конъюнктивы глаза Болевые ощущения возникают через несколько секунд, повреждение глаз через несколько минут, часов, дней Повреждение необратимое — слепота	Основное повреждение — ожог и разрушение сетчатой и сосудистой оболочек от обратимого повреждения до слепоты	Излучение поглощается радужной оболочкой, хрусталиком и стекловидным телом. Богатая пигментом радужная оболочка нагревается за счет теплопроводности. Белки хрусталика свертываются. Повреждение глаз происходит через большой промежуток времени (из-за нагрева роговой оболочки сразу же возникает мигательный рефлекс). В тяжелых случаях повреждение необратимое — слепота.

Таблица 15. Биологические эффекты, возникающие при облучении кожи лазерным излучением

Ультрафиолетовая область	Видимая область	Инфракрасная область
Различные фотохимические реакции, эритема, разрыв химических связей у большинства молекул, входящих в состав живой ткани, различные перерождения, стимулирование появления новообразований, образование свободных радикалов, действие на внутренние органы	В основном термическое действие	Выраженные деструктивные изменения термического характера (ожоги различной степени), микроскопические (гистологические и гистохимические) изменения, поражение внутренних органов

6. Образование в пределах клетки микроволнового электромагнитного поля.

Под воздействием лазерного излучения происходит нарушение жизнедеятельности отдельных органов и организма в целом. При действии на клетки, ткани и организм в них возникают гистохимические и биохимические изменения, а также патофизиологические эффекты (табл. 14, табл. 15).

При больших интенсивностях облучения возможны повреждения внутренних органов, которые имеют характер отеков, кровоизлияния, кровотечения, омертвления тканей

и др. При воздействии на кровь отмечается деформация красных кровяных телец, разрушение оболочки эритроцита и выброс обесцвеченной коагулированной массы через отверстие.

«Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» № 2392-81 устанавливают ПДУ ЛИ в диапазоне длин волн 0,2...20 мкм и регламентируют ПДУ на роговице, сетчатке и коже. В качестве ПДУ принимается энергетическая экспозиция H , под которой понимается отношение энергии излучения, падающей на рассматриваемый участок поверхности, к площади этого участка. Единицей измерения является Дж/см². ПДУ зависят от следующих параметров: длины волн лазерного излучения λ , мкм; длительности импульса τ , с; частоты повторения импульсов f , Гц; длительности воздействия t , с. В диапазоне 0,4...1,4 мкм ПДУ зависит от углового размера источника излучения α , рад, или диаметра пятна засветки на сетчатке d_c , см; диаметра зрачка глаза — d_s , см. В диапазоне 0,4...0,75 мкм ПДУ зависит от фоновой освещенности роговицы Φ_p , лк.

Для лазеров II—IV классов и лазерных установок, в состав которых входят лазеры этих классов, уровни облучения персонала должны определяться периодически, не реже одного раза в год в порядке текущего санитарного надзора, а также в следующих случаях: при приемке в эксплуатацию новых лазеров II—IV классов; при внесении изменений в конструкцию действующих лазеров (установок); при изменении конструкции средств защиты; при организации новых рабочих мест.

Уровни лазерного облучения следует измерять при работе лазера (установки) в режиме максимальной отдачи мощности (энергии), определенном условиями эксплуатации. Методы и аппаратура дозиметрического контроля ЛИ изложены в ГОСТ 12.1.031-81.

Схема расчета облученности роговицы глаза показана на рис. 26. Для наблюдателя, находящегося непосредственно в конусе узконаправленного луча лазера 1 (рис. 26, а), облученность роговицы глаза 2 составляет

$$E = \frac{4PK_1}{\pi (d_0 + r\varphi)^2},$$

где P — выходная мощность, Вт (или энергия, Дж) излучения; K_1 — коэффициент ослабления излучения на пути от лазера до роговицы глаза $K_1 = e^{-\sigma r}$; σ — ослабление воздушной средой, зависит от дальности видимости, $\sigma = 3,9/V$; V — дальность видимости, см; d_0 — диаметр

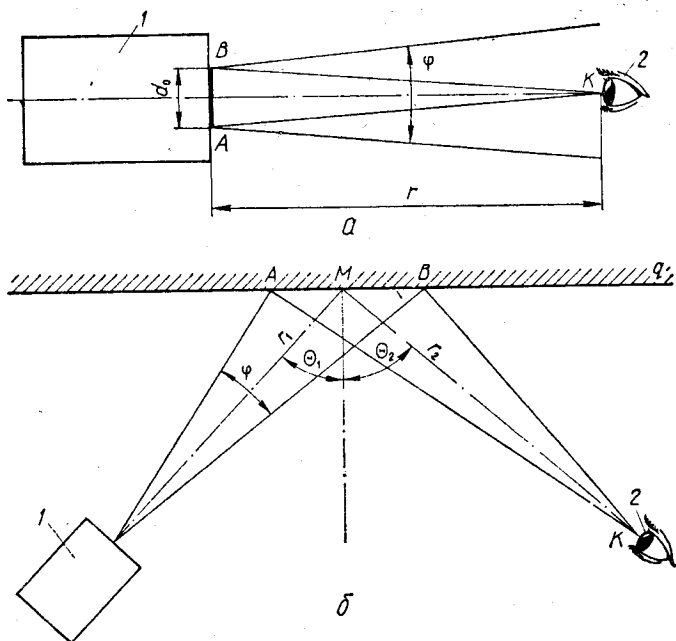


Рис. 26. К расчету облученности глаза

выходного окна лазера, см; r — расстояние от выходного окна до роговицы глаза, см; φ — угол расходимости луча, рад; $\varphi = 2,44 \lambda/d_0$, λ — длина волны излучения, см.

На рис. 26, б показано облучение роговицы глаза 2 лучом лазера 1, отраженным от поверхности. Поверхность q расположена на расстоянии r_1 от выходного окна лазера. Угол между нормалью к поверхности и направлением распространения излучения θ_1 . Энергетическая освещенность поверхности в этом случае

$$E_{\text{п}} = PK_1/S_q = \frac{4PK_1 \cos \theta_1}{\pi (d_0 + r_1\varphi)^2},$$

где S_q — площадь пятна на поверхности q

$$S_q = \pi (d_0 + r_1\varphi)^2/4 \cos \theta.$$

Для глаза 2 поверхность q является источником излучения, излучательная способность которого

$$R_s = PK_1\rho/S_q = E_{\text{п}}\rho,$$

где ρ — альbedo (коэффициент отражения от поверхности q).

Поверхность q как источник излучения удобно характеризовать энергетической яркостью L , Вт/(см² · ср). При

диффузном отражении энергетическая яркость источника не зависит от угла наблюдения θ_2 и связана с энергетическим потоком лазерного излучения соотношением

$$L = \frac{4PK_1\rho \cos \theta_1}{\pi^2 (d_0 + r_1\varphi)^2} = R_9/\pi.$$

Если падающее излучение зеркально отражается от поверхности (в этом случае угол наблюдения θ_2 равен углу падения θ_1 , а $\rho = 1$), то энергетическая яркость такого источника

$$L = \frac{R_9}{\Omega \cos \theta_1} = \frac{4PK_1}{\pi^2 (d_0 + r_1\varphi)^2 \theta^2},$$

где Ω — телесный угол, в котором распространяется излучение.

Облученность роговицы глаза наблюдателя, находящегося на расстоянии r_2 от поверхности q , равна произведению энергетической яркости источника в направлении наблюдения на значение телесного угла, под которым он виден из точки наблюдения

$$\psi_p = LK_{cp}S_q \cos \theta_2/r_2^2,$$

где K_{cp} — коэффициент ослабления излучения на пути от поверхности q до наблюдателя.

В нашей стране разработан и утвержден ряд нормативных документов по обеспечению лазерной безопасности. Важными из них являются «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» № 2392-81 и ГОСТ 12.1.040-83 «ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения». Лазеры II—IV классов до начала их эксплуатации должны быть приняты комиссией, назначенной администрацией, с обязательным включением в ее состав представителя Госсаннадзора. Комиссия устанавливает выполнение требований указанных правил, относит лазер к соответствующему классу и решает вопрос о вводе его в эксплуатацию.

Действующие лазерные установки следует размещать в отдельных, специально выделенных помещениях или отгороженных частях помещений. Лазеры IV класса должны размещаться только в отдельных помещениях. Внутренняя поверхность помещения, а также предметы, находящиеся в этом помещении (за исключением используемых в работе элементов оптических систем), не должны иметь поверхностей с коэффициентом отражения больше 0,4; стены, потолок, пол помещения и предметы, находящиеся в помещении, должны иметь матовую поверхность, обеспечивающую

рассеянное отражение света при возможно меньшем коэффициенте отражения на длине волны излучения лазера. Перегородки выполняют из непроницаемого для лазерного излучения материала. Стены окрашивают до потолка, а двери — под цвет стен.

Ограничивается доступ в помещение лиц, не имеющих отношения к эксплуатации лазеров. В связи с этим на дверях помещений, которые должны быть постоянно закрыты, устанавливается предупредительная звуковая и световая сигнализация, сблокированная с началом зарядки батарей конденсаторов либо с включением лазера. На дверях вывешивается предупредительный знак лазерной опасности в соответствии с ГОСТ 12.4.026—76 и табло «Посторонним вход воспрещен» (для лазеров II—IV классов). На рабочем месте необходимо иметь схему с указанием лазерно опасной зоны.

Для фона мишени рекомендуется темная краска с высоким коэффициентом поглощения, а для окружающей площади — светлая. Помещение должно иметь высокую освещенность и удовлетворять требованиям СНиП II-4-79. Коэффициент естественной освещенности должен составлять не менее 1,5 %. Искусственное освещение в помещении должно быть комбинированным и обеспечивать освещенность не ниже минимально допустимой по санитарным нормам. При этом общее искусственное освещение должно создавать освещенность не менее 150 лк. Приточно-вытяжная вентиляция в помещении должна соответствовать требованиям СНиП 2.04.05-84. Запрещается обслуживать лазеры III, IV классов одному человеку.

Для лазеров IV класса необходимо обеспечить дистанционное управление их работой. При размещении таких лазеров в специальном помещении должна быть обеспечена блокировка входной двери.

При использовании лазеров II, III классов в целях исключения облучения персонала необходимо ограждение лазерно опасной зоны или экранирование пучка излучения. Экраны и ограждения должны изготавливаться из материалов с наименьшим коэффициентом отражения на длине волны генерации лазера, быть огнестойкими и не выделять токсических веществ при воздействии на них лазерного излучения.

Экраны, которые должны быть прозрачными на всем или на части участка видимого диапазона длин волн (частично прозрачные экраны), должны изготавливаться из специальных стекол или из органического стекла с соответствующей спектральной характеристикой. Оптическая плотность такого экрана на длине волны излучения лазера должна быть

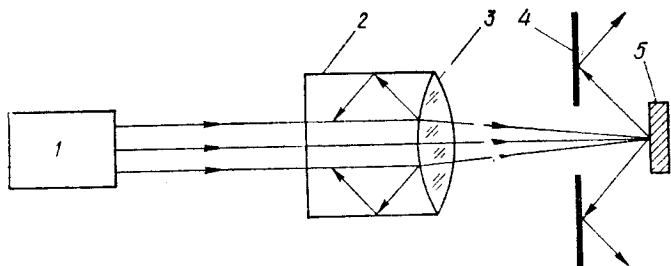


Рис. 27. Схема экранирования отраженного лазерного излучения

достаточной для ослабления интенсивности облучения на рабочем месте оператора до величины, не превышающей предельно допустимую.

На рис. 27 изображена схема экранирования отраженного лазерного излучения (1 — лазер; 2 — бленда; 3 — линза; 4 — экран-диафрагма; 5 — мишень). Для снижения уровня отраженного излучения линзы, призмы и другие твердые с зеркальной поверхностью предметы на пути луча должны снабжаться блендами 2; следует также устанавливать защитные экраны-диафрагмы 4 с отверстием, диаметр которого в несколько раз превышает диаметр луча. В этом случае через отверстие проходит только прямое излучение, отраженные лучи от объекта попадают на экран, который их частично поглощает и рассеивает.

В случае, когда коллективные средства защиты не позволяют обеспечить выполнение требований безопасности, должны применяться средства индивидуальной защиты. К СИЗ при работе с лазерами относятся технологические халаты, перчатки (для защиты кожных покровов), очки, щитки и маски (для защиты органов зрения и лица).

Светофильтры защитных очков должны обеспечивать снижение интенсивности облучения глаз лазерным излучением по ПДУ. В паспортах на светофильтры и оправы очков необходимо указывать их спектральную характеристику, оптическую плотность и максимально допустимый уровень излучения.

При работе с лазерами IV класса опасности должны использоваться защитные маски.

Защитные очки не имеют универсального значения, а предназначены для защиты от излучений определенной длины волны. Стекла установленной окраски должны иметь соответствующую оптическую плотность

$$D_{\lambda} = \lg \psi_{\lambda} / \psi_{\lambda \text{пду}},$$

где ψ_λ — плотность мощности или энергии на длине волны λ , образующаяся в результате эксплуатации лазеров; $\psi_{\lambda\text{пду}}$ — ПДУ для данной длины волны.

Технологические халаты изготавливают из хлопчатобумажного или из бязевого материала светло-зеленого или голубого цвета.

§ 3.3. Защита от ионизирующих излучений

Основные понятия и характеристики. Ионизирующим излучением называют любой вид излучения, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков. Различают следующие виды ионизирующих излучений.

Корпускулярное излучение, состоящее из частиц: α -излучение представляет собой поток ядер атомов гелия с низкой проникающей и высокой ионизирующей способностью; β -излучение — поток электронов или позитронов; нейтронное излучение — поток элементарных частиц с массой, близкой к массе протона, не имеющих заряда и обладающих огромной проникающей способностью.

Электромагнитное излучение: гамма-излучение — поток гамма-квантов, т. е. электромагнитное излучение с дискретным спектром, возникающее при изменении энергетического состояния атомного ядра или при аннигиляции частиц.

Характеристическое излучение — фотонное излучение с дискретным спектром, возникающее при изменении энергетического состояния атома.

Тормозное излучение — фотонное излучение с непрерывным спектром, возникающее при изменении кинетической энергии заряженных частиц.

Рентгеновское излучение — совокупность тормозного и характеристического излучений. Образуется при торможении быстрых электронов в веществе.

α -излучение. Энергия α -частиц по мере прохождения через вещество расходуется на ионизацию. При уменьшении энергии до определенного уровня α -частицы не способны произвести ионизацию и они присоединяют к себе два электрона и превращаются в атом гелия. Длина пробега α -частицы в веществе (мкм) зависит от ее начальной энергии E_α (МэВ), порядкового номера Z , атомной массы A и плотности поглощающего вещества ρ (г/см³)

$$l_{\alpha x} = A \sqrt{E_\alpha^3 / (\rho^3 Z^2)}.$$

Для воздуха при 15 °С и 760 мм рт. ст. величина пробега α -частицы с энергией от 4 до 9 МэВ (см) определяется по формуле

$$l_{\alpha\text{воздух}} = 0,309 \sqrt{E_{\alpha}^3}.$$

β -излучение. Основную энергию β -частицы расходуют на ионизацию и меньшую часть на тормозное излучение. Потери энергии на тормозное излучение определяются из выражения:

$$\eta = E_{\beta}Z/800,$$

где η — отношение потери энергии β -частицей на тормозное излучение к потере энергии на ионизацию и возбуждение атомов; E_{β} — энергия β -частицы, МэВ. Для приближенного определения длины пробега β -частицы в веществе (алюминий, стекло) (см) применяют эмпирические формулы

$$\text{при } E_{\beta} \geq 0,5 \text{ МэВ } l_{\beta} = 0,2 E_{\beta};$$

$$\text{при } E_{\beta} < 0,5 \text{ МэВ } l_{\beta} = 0,1 E_{\beta};$$

$$\text{для воздуха } l_{\beta\text{воздух}} = 400 E_{\beta}.$$

Ослабление потока β -частиц, прошедших через слой вещества толщиной x , выражается уравнением

$$N_x = N_n e^{-\mu x},$$

где N_x и N_n — число β -частиц в секунду на квадратный сантиметр после и до защиты соответственно; μ — линейный коэффициент ослабления β -частиц, зависящий от энергии частиц и от Z вещества, см^{-1} .

С μ связана другая характеристика β -излучения — слой половинного ослабления $\Delta\beta$. Толщина слоя материала, в котором поток β -частиц ослабляется в два раза, называется слоем половинного ослабления. Из формулы

$$N_n/N_x = e^{\mu x}$$

имеем

$$2 = e^{\mu \Delta\beta},$$

тогда $\Delta\beta = 0,693/\mu$.

Нейтронное излучение. Нейтроны при прохождении через вещество взаимодействуют только с ядрами атомов, передают им часть своей энергии, а сами изменяют направление своего движения. Ядра атомов «выскакивают» из электронной оболочки и производят ионизацию. Нейтроны также создают и наведенную радиоактивность.

Рентгеновское и γ -излучение. Основными процессами взаимодействия с веществом являются:

фотоэлектрическое поглощение — τ ; комптоновское рассеяние — b ; образование пар — d . Поэтому линейный коэффициент ослабления и представляют в виде

$$\mu = \tau + b + d.$$

Ослабление мощности дозы узкого пучка γ -лучей при прохождении через слой вещества x выражается уравнением

$$P_x = P_n e^{-\mu x},$$

где P_x и P_n — мощность дозы до и после прохождения излучения через вещество (P/c), отсюда

$$\Delta\gamma = 0,693/\mu.$$

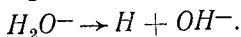
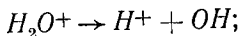
Зная слой половинного ослабления, можно определить, какой нужен слой поглотителя, чтобы ослабить излучение в заданное число раз

$$2^n = k,$$

где n — число слоев половинного ослабления; k — кратность ослабления.

Биологическое действие и принцип нормирования. В результате воздействия излучения на организм человека в тканях происходят сложные физические, химические и биохимические процессы. Эти излучения ионизируют молекулы тканей. Процессы ионизации сопровождаются ультрафиолетовыми излучениями, возбуждающими молекулы клеток. Это ведет к разрыву молекулярных связей и изменению химической структуры различных соединений. Такое действие излучения называется прямым.

Как известно, в организме содержится более 70 % воды, под действием излучения образуются положительные и отрицательные ее ионы, которые нестойки и, распадаясь, дают водородные и гидроксильные ионы



Последние, рекомбинируясь или соединяясь со свободным кислородом, дают химически активные перексид водорода H_2O_2 , гидратный оксид HO_2 и др. Эти соединения взаимодействуют с молекулами органического вещества ткани, окисляя и разрушая ее. Такое действие излучения называется непрямым и приносит больше вреда, чем прямое.

Различные виды ионизирующих излучений оказывают различное биологическое действие. Поэтому для оценки биологического действия различного рода излучений введено

понятие коэффициента качества излучения Q , который показывает во сколько раз данный вид излучения оказывает более сильное биологическое действие, чем рентгеновское или γ -излучение, при одинаковой поглощенной энергии в одном грамме ткани. В результате происшедших изменений нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ нарушаются, что приводит к лучевой болезни острой или хронической.

Изменения, происходящие в организме, зависят от величины поглощенной им энергии. Для определения поглощенной энергии любого вида излучения в среде принято понятие поглощенной дозы излучения — D . Поглощенная доза D — средняя энергия dE , переданная излучением веществу в некотором элементарном объеме, деленная на массу вещества dm в этом объеме

$$D = dE/dm.$$

Единицей измерения является грей (Гр); $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Допускается прежняя единица рад; $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$.

Для оценки радиационной опасности излучения произвольного состава применяется эквивалентная доза H — определяемая как произведение поглощенной дозы D на средний коэффициент качества излучения Q в данной точке ткани

$$H = DQ.$$

В качестве единицы измерения H принят зиверт (Зв) ($1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$). Допускается также единица бэр ($1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$).

Для количественной оценки ионизирующего действия рентгеновского и γ -излучения в сухом атмосферном воздухе используется понятие экспозиционной дозы X , которая представляет собой отношение полного заряда dQ ионов одного знака, возникающих в малом объеме воздуха, к массе воздуха dm в этом объеме

$$X = dQ/dm.$$

За единицу экспозиционной дозы принят кулон на килограмм (Кл/кг). Допускается также единица рентген (Р); ($1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$).

Соотношение между поглощенной дозой излучения D и экспозиционной дозой X имеет вид

$$D = fX,$$

где f — коэффициент, зависящий от энергии излучения, поглощения в среде и плотности среды. Для воздуха $f = 0,85$.

Поглощенная, эквивалентная и экспозиционная дозы, отнесенные к единице времени, называются соответственно мощностью поглощенной дозы P , эквивалентной дозы $P_{\text{экв}}$ и экспозиционной дозы X .

В соответствии с «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-76) все лица, на которых возможно воздействие ионизирующих излучений, разделены на три категории: А, Б, В.

Категория А — персонал, т. е. лица, непосредственно работающие с источниками ионизирующих излучений (ИИИ).

Категория Б — ограниченная часть населения, т. е. лица, непосредственно не занятые на работе с ИИИ, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ и излучений, применяемых в учреждениях и/или удаляемых во внешнюю среду с отходами.

Категория В — население области, края, республики, страны.

Чувствительность различных тканей и органов человека к действию облучения неодинакова. Поэтому введено понятие критический орган — ткань, часть тела или все тело, облучение которого в данных условиях причиняет наибольший ущерб здоровью данного лица или его потомства. НРБ-76 устанавливает три группы критических органов в порядке убывания радиочувствительности: I группа — все тело, гонады (половые железы — семенники) и красный костный мозг; II группа — мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза и другие органы, за исключением относящихся к I и III группам; III группа — кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, лодыжки и стопы.

В целях предупреждения соматических и генетических последствий ограничивают дозы внешнего и внутреннего облучений. НРБ-76 для каждой категории облучаемых лиц устанавливает три класса нормативов; основные дозовые пределы, допустимые уровни, рабочие контрольные уровни.

В качестве основных дозовых пределов в зависимости от группы критических органов для категории А устанавливается предельно допустимая доза за год (ПДД), а для категории Б — предел дозы за год (ПД) (табл. 16).

ПДД — наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за год, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала (категории А) неблагоприятных изменений, обнару-

живаемых современными методами.

ПД — устанавливается меньше ПДД для предотвращения необоснованного облучения и контролируется по усредненной для критической группы дозе.

При работе с ИИИ должен проводиться систематический контроль мощности дозы излучений, радиоактивной загрязненности одежды, оборудования, воды, воздуха, а также суммарной дозы облучения, осуществляемый специальной дозиметрической службой или специально выделенным лицом.

Защита от ионизирующих излучений. В зависимости от условий облучения, характера и местонахождения источника излучения применяют различные средства и методы защиты от облучения: защита временем, защита расстоянием, экранирование источников излучения, индивидуальные меры защиты и радиопротекторы.

Допустимое время пребывания персонала в зоне ионизирующего излучения в часах за неделю определяется из соотношения

$$t_{\text{доп}} = 100/P,$$

где 100 — допустимая мощность дозы, мбэр (неделя или мР/ч); P — расчетная мощность дозы, мбэр/ч или мР/ч.

Удаление персонала от источника излучения особенно полезно, так как доза и ее мощность обратно пропорциональны квадрату расстояния. Расстояние, на котором можно работать с ИИИ в течение определенного времени, определяется по формулам с учетом допустимой мощности дозы либо дозы облучения или по длине пробега излучений в воздухе.

При экранировании α -источников облучения толщина материала должна быть не менее длины пробега α -частиц в данной среде.

Экраны для защиты от β -частиц изготавливают из материалов с малым атомным номером во избежание образования тормозного излучения. В качестве защитных материалов используют плексиглас, алюминий или стекло. Однако целесообразно делать двухсторонние экраны: изнутри материал с малым атомным номером, снаружи — с большим атомным номером для поглощения тормозного излучения.

Т а б л и ц а 16. Предельно допустимые дозы излучений для категорий А и Б

Группа критических органов	Предельно допустимые дозы для категории А за год, Зв	Предельно допустимые дозы для категории Б за год, Зв
I	0,05	0,005
II	0,15	0,015
III	0,30	0,03

Для защиты от рентгеновского и γ -излучения применяют экраны из материалов с большим атомным номером (свинец, железо), а для стационарных защитных устройств — бетон, баритобетон и др. Толщину экрана для защиты от узкого пучка γ -лучей можно определить по формуле

$$d = \left(\ln \frac{P_n}{P_{\text{ГДУ}}} \right) / \mu,$$

где $P_{\text{ГДУ}}$ — предельно допустимая мощность дозы, мР/ч

$$P_{\text{ГДУ}} = 16,7/t.$$

Толщину экрана для защиты от широких пучков γ -излучения определяют по графикам и универсальным таблицам в зависимости от необходимой кратности ослабления K , энергии квантов и материала защиты.

Защита от нейтронов заключается в замедлении быстрых нейтронов с последующим поглощением замедленных нейтронов. Хорошим защитным материалом от быстрых нейтронов является вода и водосодержащие материалы, парафин, а также графит, бериллий и др. Нейтроны малой энергии хорошо поглощаются бором. Поэтому бор вводится в бетон, свинец, резину и другие материалы.

В соответствии с санитарными правилами все работы с открытыми источниками делятся на классы в зависимости от радиотоксичности изотопов и их активности на рабочих местах. Работающие с открытыми РИ обеспечиваются спецодеждой, которая предохраняет от радиоактивных загрязнений и защищает работающих от α и, по возможности, от β -излучений. Вид спецодежды зависит от класса выполняемой работы. Так, при выполнении работ второго и третьего классов весь обслуживающий персонал обеспечивается халатами из белой хлопчатобумажной ткани, шапочками, резиновыми перчатками, тапочками и средствами защиты для органов дыхания.

При выполнении работ первого класса вместо халатов используются комбинезоны. Кроме того, работающие снабжаются нательным бельем из бязи, полотна или ситца, ботинками и неокрашенными трикотажными носками.

Для ремонтных и аварийных работ I и II классов используются пневмокостюмы типа ЛГ-4, пластиковые бахилы, резиновые сапоги и перчатки. Для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли применяется респиратор типа «Лепесток», пневмошлем изолирующего типа ЛИЗ-1 и др.

Химические вещества, повышающие стойкость организма против облучения и ослабляющие лучевую болезнь, на-

вызывают радиопротекторами. В настоящее время наука располагает эффективными радиопротекторами, такими как цианид натрия, азиды, вещества, содержащие сульфогидные группы, и др. Советские ученые разработали химические средства, эффективно очищающие кожу от радиоактивного загрязнения, и комплексообразователи — препараты, которые способны связывать плутоний и другие изотопы, предотвращать их поступление в ткани и органы, помогать быстрому выведению из организма. Такие соединения называют «клетшевидными».

Планировка помещений производится с учетом класса работ. Работы III-го класса производятся в общих помещениях, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к обычным химическим лабораториям. Работу с летучими, газообразными или порошкообразными изотопами проводят в вытяжных шкафах.

Для работы II-го класса предусматриваются специально оборудованные помещения. Полы покрываются пластиком, а стены масляной краской. Работы с РИ производятся в защитных камерах (боксах), оборудованных вентиляцией.

Работы I-го класса проводятся в помещениях со специальной планировкой, обеспечивающей отделение аппаратуры и установок от мест постоянного пребывания персонала. Наиболее рациональной является так называемая трехзональная планировка: чистая зона, получистая зона или зона размещения оборудования, грязная зона, где выполняются ремонтные работы, загрузка и выгрузка изотопов. Выход из грязной и получистой зоны в чистую предусматривается только через санпропускник. Во второй и третьей зонах создается разряжение по отношению к первой зоне, чтобы предотвратить просачивание воздуха из этих зон.

Чтобы исключить воздействие радиоактивных веществ на население, проживающее вблизи учреждений, устанавливают санитарно-защитные зоны, согласно «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий».

Сбор, удаление и обезвреживание твердых и жидких радиоактивных отходов производится согласно «Основным санитарным правилам» (ОСП-72/80).

Защита от неиспользуемого рентгеновского излучения. Неиспользуемое рентгеновское излучение (НРИ) возникает при работе электровакуумных приборов (клинотронов, генераторных и модуляторных ламп, тиратронов, кенотронов, магнетронов, электронно-лучевых трубок и др.) при анодном

напряжении свыше 5 кВ, при напряжении 10 кВ и более выходит за пределы корпуса (баллона). В электровакуумных приборах НРИ возникает вследствие электронной бомбардировки электродов, теневых масок, экранов и других поверхностей. При напряжении от 5 до 60 кВ генерируется «мягкое» (длинноволновое) НРИ, при напряжении от 60 до 100 кВ — «средней жесткости», а при напряжении более 100 кВ — «жесткое» (коротковолновое) излучение глубоко проникающее.

Мощность экспозиционной дозы НРИ (P/c):

для массивных анодов, в которых электроны полностью тормозятся

$$\dot{X} = 10^7 K_1 K_2 U^n I Z \mu / (0,114 N A 4 \pi r^2);$$

для тонких анодов

$$\dot{X} = 19 \cdot 10^7 \mu (U + 511) I d Z^2 \rho / (0,114 N A 4 \pi r^2),$$

где $K_1 = 3 \cdot 10^{-6}$ — коэффициент пропорциональности, характеризующий вероятность торможения электронов в электрическом поле ядра; K_2 — коэффициент: ($K_2 = 1$ при $U = \text{const}$ и $K_2 < 1$ при $U = \text{var}$, при пульсирующем напряжении $K_2 = 1/Q^{3/4}$); Q — скважность, т. е. отношение периода повторения импульсов к длительности импульсов; U — анодное напряжение, кВ; I — анодный ток, мА; Z — атомный порядковый номер химического элемента материала анода или поверхности, которую бомбардируют электроны; μ — коэффициент поглощения в воздухе, см^{-1} ; $n = 1,72 - 2$ — коэффициент; 10^7 — эквивалент ватта, эрг/с; $0,114$ — энергетический эквивалент рентгена, эрг/см²; N — ослабление излучения колбой; r — расстояние от анода электровакуумного прибора до рассматриваемой точки рабочего пространства, см, (принимают $r = 5$ см); d — толщина мишени, см; ρ — плотность вещества мишени (анода), г/см³; A — атомная масса химического элемента материала мишени.

Если материал анода состоит из нескольких элементов, определяют эффективный порядковый номер вещества анода

$$Z_{\text{эф}} = \sum_{i=1}^m a_i Z_i^2 / \left(\sum_{i=1}^m a_i Z_i \right),$$

где a_i — число атомов вещества с порядковым номером Z_i в сложном веществе.

«Санитарными правилами работы с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения» и ГОСТ 12.2.006-83

установлены следующие нормы мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения:

для бытовой РЭА в любой точке на расстоянии 5 см от ее внешней поверхности не выше $2,78 \cdot 10^{-2}$ мкР/с (100 мкР/ч);

для электронных ламп (кенотроны и др.) в любой точке на расстоянии 5 см от корпуса аппарата не выше 5,55 мкР/с (20 мР/ч);

для видеоконтрольных устройств рентгеновской установки на расстоянии 5 см от корпуса аппарата на стороне, обращенной к оператору, не выше 0,14 мкР/с (0,5 мР/ч и т. д.

Для проверки конструкции РЭА проводят измерения в центре и не менее чем в четырех точках по периметру экрана при всех типовых режимах и с каждой стороны РЭА, включая нижнюю.

Меры защиты от НРИ следующие: экранирование источников излучения или рабочих мест, удаление источников от рабочих мест и сокращение времени облучения. Часто применяют сочетание перечисленных мер защиты. Однако уменьшить интенсивность НРИ за пределы корпуса (баллона) можно следующими способами: изготовлением баллона из стекла или керамики с повышенным содержанием тяжелых элементов (свинца, бария, стронция и др.); увеличением толщины баллона; экранированием первичного излучения внутренними деталями прибора; заменой стеклянного или керамического корпуса прибора металлическим.

Экранирование применяют как для отдельных электровакуумных приборов и радиационноопасных блоков, так и для всей аппаратуры или установки в целом. В качестве материалов экрана для защиты от НРИ с энергией до 50 кэВ применяется сталь, свинец, а в отдельных случаях защита усиливается нанесением на внутреннюю поверхность корпуса установки краски, содержащей свинец. Если энергия излучения превышает 50 кэВ, то экраны выполняют из свинца, барита, баритобетона, железобетона.

Энергия НРИ, кэВ, E принимается равным:

для электровакуумных приборов (ЭП) со стеклянными баллонами

$$E = 0,7U,$$

где U — максимальное напряжение на аноде, кВ;

для ЭП с керамическим или металлическим корпусом, за исключением клистронов в динамическом режиме

$$E = U;$$

для клистронов в динамическом режиме

$$E = (1, 1 \dots 1,3) U;$$

для электронно-лучевых приборов бытового назначения

$$E = 0,8U.$$

Смотровые окна камер, установок и приборов экранируются защитным стеклом ТФ-5, а в некоторых случаях достаточное ослабление может быть достигнуто за счет применения силикатного стекла толщиной 6...8 мм.

Толщина защиты из стали, свинца и стекла ТФ-5 определяется по таблицам в зависимости от напряжения на аноде ЭП, силы тока, расстояния от антикатада и кратности ослабления $K = \dot{X}/\dot{X}_{\text{доп}}$, или по формуле

$$d = (\ln \dot{X}/\dot{X}_{\text{доп}})/\mu.$$

Лаборатории, цехи, участки, предназначенные для испытания и экспериментальных исследований приборов, аппаратов и установок, размещают в отдельных помещениях. Границы зоны, в которой проводятся исследования или наладка, должны быть обозначены, а если мощность экспозиционной дозы превышает 0,07 мкР/с; они должны быть ограждены экранами, обеспечивающими ослабление излучения.

§ 3.4. Защита от производственных вибраций, шума, ультра- и инфразвука

Защита от производственных вибраций. Вибрацией называют любые механические колебания упругих тел, проявляющиеся при их перемещении в пространстве или в изменении формы. Колебания тел с частотой ниже 16 Гц воспринимаются организмом как вибрация, а колебания с частотой 16...20 Гц и более — одновременно как вибрация и как звук.

Основными гигиеническими характеристиками вибрации являются среднеквадратичные значения виброскорости v (м/с) или ее логарифмические уровни (дБ) в октавных полосах частот. В октавном диапазоне верхняя граничная частота f_2 вдвое больше нижней f_1

$$f_2/f_1 = 2; \quad f_{с.г} = \sqrt{f_1 f_2}.$$

Логарифмические уровни виброскорости определяются по формуле

$$L_v = 20 \lg (v/5 \cdot 10^{-8}),$$

где v — среднеквадратичное значение виброскорости, 5×10^{-8} — опорная виброскорость, м/с.

Человек начинает ощущать вибрацию при колебательной скорости $1 \cdot 10^{-4}$ м/с. Весьма опасными являются колебания рабочих мест, имеющих частоту, резонансную с колебаниями отдельных органов или частей тела человека. Так, весь организм и большинство внутренних органов резонируют при действии колебаний с частотой 6...9 Гц, голова — 17...25 Гц. Общая вибрация воздействует на нервную, сердечно-сосудистую системы, наступают изменения в вестибулярном аппарате, нарушается обмен веществ, возникают головные боли, нарушается сон, понижается работоспособность, ухудшается самочувствие. Локальная вибрация вызывает различную степень сосудистых, нервномышечных, костно-суставных и других нарушений. При совместном воздействии наблюдается еще вегетативно-сосудистые, вестибулярные и другие расстройства.

В табл. 17 приведены допустимые значения нормируемых параметров вибрации на рабочих местах длительностью воздействия 480 мин (8 ч). При меньшей длительности воздействия зависимость допустимых значений v_t от времени фактического действия вибрации t имеет вид

$$v_t = v_{480} \sqrt{480/t},$$

где v_{480} — допустимое значение нормируемого параметра для длительности воздействия вибрации 480 мин.

Методы и средства виброзащиты, приведенные в ГОСТ 12.4.046-78, подразделяются на коллективные и индивидуальные.

Основными методами коллективной виброзащиты являются: снижение вибраций воздействием на источник возбуждения; отстройка от режима резонанса; вибродемпфирование; динамическое гашение колебаний и изменение конструктивных элементов установок и строительных конструкций.

Борьба с вибрацией воздействием на источник возбуждения заключается в выборе таких кинематических и технологических схем, при которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями, были бы исключены или снижены. Это достигается заменой кулачковых и кривошипных механизмов механизмами с гидроприводами, заменой штамповки прессованием и т. д.

Отстройка от режима резонанса достигается изменением массы или жесткости установки, либо установки нового рабочего режима.

Таблица 17. Допустимые параметры вибрации на постоянных рабочих местах

Вид вибрации		Допустимые уровни вибрации в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									
		2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Общая вибрация на постоянных рабочих местах в производственных помещениях		$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	—	—	—	—
в помещениях для работников умственного труда (КБ, лаборатории и др.)		$\frac{0,18}{91}$	$\frac{0,0063}{82}$	$\frac{0,032}{76}$	$\frac{0,028}{75}$	$\frac{0,028}{75}$	$\frac{0,028}{75}$	—	—	—	—
Локальная вибрация		—	—	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$
											$\frac{1,4}{109}$

Примечание. В числителе среднеквадратичные значения вибрации, м/с · 10⁻², в знаменателе — логарифмические уровни вибрации, дБ.

Вибродемпфирование — это процесс уменьшения уровня вибраций установок путем превращения энергии механических колебаний в тепловую энергию. Достигается за счет использования конструкционных материалов с большим внутренним трением (пластмасс, резины), нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов (пластмассы) или мастичных покрытий.

Динамическое гашение вибрации осуществляется чаще всего путем размещения установок на фундаменте, массу которых определяют амплитудой колебаний 0,1... ..0,2 мм.

Виброизоляция — это уменьшение передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. В качестве таких устройств могут быть: виброизоляторы (пружинные, резиновые, комбинированные и др.); гибкие вставки в коммуникациях воздухопроводов и в местах их прохождения через строительные конструкции; «плавающие» полы (настил пола отделяется от перекрытия упругими прокладками) и др. Более эффективными являются системы виброизоляции, в которых применяются различные виды силовых приводов: гидравлические, пневматические или электромагнитные системы. На рис. 28 представлена схема электрогидравлической системы виброизоляции оператора. Между вибрирующим основанием 1 и креслом оператора 6 устанавливается гидроцилиндр с поршнем 5. Перепад давлений в рабочих полостях цилиндра регулируется сервомеханизмом 4, который управляется электроаналоговым устройством 3 по сигналам, поступающим с датчиком 2, регистрирующим колебания основания и кресла человека-оператора.

Изменение конструктивных элементов установок, приборов, аппаратов и строительных конструкций для снижения вибраций на путях ее распространения производится за счет введения ребер жесткости.

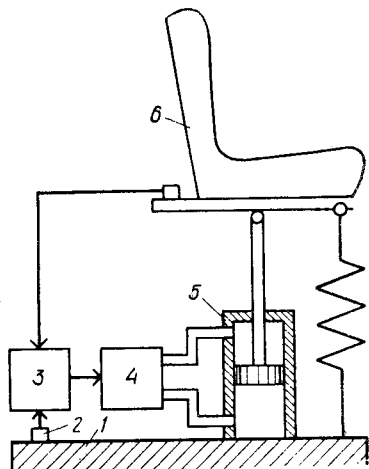


Рис. 28. Система виброизоляции оператора

Средства индивидуальной виброзащиты подразделяются на СИЗ для рук, ног и тела оператора. В качестве СИЗ для рук применяются рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки (ГОСТ 12.4.002-74). Виброзащитная обувь согласно ГОСТ 12.4.024-74 изготавливается в виде сапог, полусапог и полуботинок с упругодемпфирующим низом обуви. СИЗ для тела подразделяются на нагрудники, пояса, специальные костюмы, изготовленные из упруго-демпфирующих материалов.

Защита от производственного шума. Шумом называют неблагоприятно действующие на человека звуки. Он является хаотическим сочетанием звуков различной частоты и интенсивности. Источником звука являются колеблющиеся твердые, жидкие и газообразные тела. Звуковая волна характеризуется звуковым давлением p (Па), колебательной скоростью v (м/с), интенсивностью I (Вт/м²) и частотой f (Гц). Скорость, с которой колеблются частицы среды относительно своего положения равновесия, называется *колебательной скоростью* (м/с):

$$v = p/(\rho c),$$

где p — звуковое давление, Па; ρc — удельное акустическое сопротивление среды, Па · с/м; ρ — плотность среды, кг/м³; c — скорость звука в среде, м/с.

Средний поток энергии, переносимой звуковой волной в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется интенсивностью звука. Интенсивность звука (Вт/м²) связана со звуковым давлением зависимостью

$$I = pv = p^2/(\rho c).$$

Диапазон слышимых частот звука составляет 20... 2000 Гц. Диапазон звукового давления, различаемого органами слуха человека, довольно широк. Минимальная величина звукового давления на частоте 1000 Гц, которое едва ощущается человеческим ухом, называется порогом слышимости и составляет $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, а соответствующая ему интенсивность $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м². При звуковом давлении 2×10^2 Па и интенсивности звука 10^2 Вт/м² возникают болевые ощущения. Такие значения называются болевым порогом. Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости. Поскольку болевой порог выше порога слышимости в 10^{14} раз по интенсивности звука и в 10^7 раз звуковому давлению, принято оценивать интенсивность звука и звуковое давление в относительных логарифмиче-

Таблица 18. Добавка для определения суммарного уровня шума

Разность уровней двух источников $L_1 - L_2$, дБ	0	1	2	3	4	5	6	10
---	---	---	---	---	---	---	---	----

Добавка ΔL , дБ 3 2,5 2 1,8 1,5 1,2 1 0,5

ских единицах — децибелах (дБ)

$$L = 20 \lg (p/p_0),$$

где p — среднеквадратичное звуковое давление, Па; p_0 — пороговое среднеквадратичное звуковое давление, Па.

Уровень интенсивности звука (дБ) определяется по формуле

$$L = 10 \lg (I/I_0) = 20 \lg (p/p_0),$$

где I_0 — интенсивность звука на пороге слышимости.

Уровень звукового давления на расстоянии r от источника шума вычисляют по формуле

$$L_r = L_1 - 20 \lg (r/r_1),$$

где L_1 — уровень звукового давления на расстоянии r_1 от источника шума, дБ.

Уровень шума от нескольких некогерентных источников определяют по формуле

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i},$$

где L_i — уровень звукового давления i -го источника шума, дБ; n — количество источников шума.

Суммарный уровень шума от n одинаковых по уровню источников шума L в равноудаленной от них точке определяют по формуле

$$L_{\Sigma} = L + 10 \lg n.$$

При одновременном действии двух источников с различными уровнями суммарный уровень определяется по формуле

$$L_{\Sigma} = L_1 + \Delta L,$$

где L_1 — наибольший из двух суммарных уровней шума; ΔL — добавка, зависящая от разности уровней звука двух источников, значения приведены в табл. 18.

При большем числе источников шума суммирование интенсивности производится последовательно от наибольшего к наименьшему.

Воздействие шума на человека может вызывать различные общебиологические раздражения, патологические изменения, функциональные расстройства и механические повреждения.

Длительное воздействие интенсивного шума может привести к патологическому состоянию слухового органа, к его утомлению и возникновению профессионального заболевания — тугоухости, т. е. к потере слуха; при уровнях 120... 140 дБА шум способен вызвать механическое повреждение органов слуха (разрыв барабанной перепонки). Шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушениями тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное давление, приводит к нарушению нормальной функции желудка (уменьшаются выделения желудочного сока). Особенно подвержена воздействию центральная нервная система. Отмечаются изменения органов зрения (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения), вестибулярного аппарата, повышение внутричерепного давления, нарушение в обменных процессах организма, снижается производительность труда, увеличивается брак в работе, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев.

Нормирование шума осуществляется по предельному спектру шума и по уровню звука в дБА.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов, при которых нормируются уровни звукового давления L (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Второй метод нормирования общего уровня шума используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, так как в этом случае неизвестен спектр шума.

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах принимаются в соответствии с требованиями «Санитарных норм допустимых уровней шума на рабочих местах» № 3223-85 по табл. 19.

Зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 85 дБА обозначаются знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026-76. Работающих в этих зонах снабжают средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-78. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Т а б л и ц а 19. Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах производственных предприятий

Наименование помещений, цехов, участков	Октавные уровни звукового давления, дБ, на среднегеометрических частотах, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА	
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000		8000
Помещения конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических работ и обработки данных	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения и участки точной сборки; машинописное бюро	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения лабораторий с шумным оборудованием, помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 на предприятиях осуществляется контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раза в год в соответствии с «Методическими указаниями по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах» № 1844-78.

Средства и методы защиты от шума в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 подразделяются на коллективные (акустические, архитектурно-планировочные, организационно-технические) и СИЗ (противошумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и костюмы). Основными средствами коллективной защиты являются: снижение шума в источнике его возникновения и на пути его распространения.

Мероприятия, которые снижают шум непосредственно в самом источнике, являются наиболее рациональными, поскольку они не ведут к увеличению массогабаритных данных РЭА, не влекут за собой усложнения конструкции. Магнитный шум в РЭА можно уменьшить:

- соединением обмотки трансформаторов по схеме звезда-треугольник Y/Δ , треугольник-звезда Δ/Y ;
- уменьшением магнитной индукции;
- улучшением технологии и качества изготовления трансформаторов;
- выбором оптимальных габаритных размеров;
- применением звукоизоляции.

Соединение обмоток по схеме Y/Δ или по схеме Δ/Y защищает трансформаторы от вредных воздействий третьих гармонических потоков. При этом уровни уменьшаются на 7 дБ и больше.

Уменьшение магнитной индукции на 0,1 Тл снижает уровень шума на 1...3 дБ. Установкой трансформаторов в герметичные кожухи можно снизить магнитный шум на 15... 20 дБ.

Для борьбы с вентиляционным шумом РЭА рекомендуют применять малозумные вентиляторы следующим образом: обеспечивать номинальный режим работы вентилятора; устранить неплотности между обшивкой и каркасом (устранить подсосы); установить на входе вентилятора коллектор (обеспечить равномерный подток воздуха) и облицевать внутренние поверхности обшивки звукопоглощающими материалами. Коллекторы снижают вентиляционный шум примерно на 10 дБ.

Борьба с аэродинамическим шумом в источнике его возникновения представляет большие трудности, поэтому снижение уровня шума достигается на пути распространения звука при помощи различных глушителей.

Глушители разделяются на абсорбционные, реактивные (рефлексные) и комбинированные. В абсорбционных глушителях затухание шума происходит в порах звукопоглощающего материала. Реактивные глушители шума выполняются в виде соединенных между собой камер, имеют расширения и сужения, резонансные углубления и т. д. Принцип их работы основан на эффекте отражения звука в результате образования «волновой пробки» в элементах глушителя и резонансного поглощения звука. В комбинированных глушителях происходит поглощение и отражение звука. Методы расчета и проектирования глушителей приведены в СНиП II-12-77 «Строительные нормы и правила, нормы проектирования, защита от шума».

К акустическим средствам защиты от шума относят также демпфирование, звукоизоляцию и звукопоглощение.

Снижения шума с помощью средств демпфирования добиваются покрытием излучений поверхности демпфирующими материалами, имеющими большое внутреннее трение. Существует много различных видов демпфирующих покрытий. Наиболее распространены жесткие покрытия из упруговязких материалов (мастики, специальные виды войлока, линолеума), наносимых на поверхность наклеиванием, напылением и др.

Звукоизоляция является одним из наиболее эффективных и распространенных методов снижения производственного шума на пути его распространения. С помощью звукоизолирующих преград легко снизить уровень шума на 30...40 дБ. Метод основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение. Чем больше поверхностная плотность ограждения, тем труднее привести его в колебательное состояние, следовательно, тем выше его звукоизолирующая способность. Поэтому эффективными звукоизолирующими материалами являются металлы, бетон, дерево, плотные пластмассы и т. д. Методы акустического расчета звукоизолирующей способности ограждений приведены в СНиП II-12-77.

Снижение шума методом звукопоглощения основано на переходе энергии звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Чем больше поглощается звуковой энергии, тем меньше ее отражается обратно в помещение. Поэтому для снижения шума в помещении проводят его акустическую обработку, нанося звукопоглощающие материалы на внутренние поверхности, а также размещают в помещении штучные звукопоглотители.

Звукопоглощающие устройства бывают пористые, по-

ристо-волоконистые, с экраном, мембранные, слоистые, резонансные и объемные. Эффективность их определяется в результате акустического расчета с учетом требования СНиП II-12-77.

Интересным и принципиально новым методом снижения шума является метод, связанный с созданием «антизвука», т. е. созданием равного по величине и противоположного по фазе звука. В результате интерференции основного звука и «антизвука» в некоторых местах шумного помещения можно создать зоны тишины.

В месте, где необходимо уменьшить шум, устанавливается микрофон, сигнал от которого усиливается и излучается расположенными динамиками.

Средства индивидуальной защиты позволяют снизить уровень воспринимаемого звука на 7...38 дБ. СИЗ от шума подразделяются на: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; вкладыши в виде мягких тампонов из ультратонкого волокна («беруши»), эбонита; шлемы и каски; противошумные костюмы.

Снижение уровня шума архитектурно-планировочными методами достигаются за счет рационального акустического решения планировок зданий, рационального размещения установок, станков, приборов и т. д., рационального размещения рабочих мест, создания шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека. При планировке предприятия наиболее шумные цеха должны быть сконцентрированы в одном-двух местах. Расстояния между шумными и тихими зданиями должны обеспечивать необходимое снижение шума. Внутри здания тихие помещения необходимо располагать вдали от шумных так, чтобы их разделяло несколько других помещений или ограждение.

Организационно-технические методы защиты от шума включают в себя применение малошумных технологических процессов (изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала и др.), применение дистанционного управления шумными установками, стендами и автоматического контроля, применение малошумных установок, станков, стендов, приборов и др., использование рациональных режимов труда и отдыха рабочих.

Защита от ультразвука. Ультразвук представляет собой волновое колебание упругой среды с частотой свыше 20 кГц. Ультразвук характеризуется ультразвуковым давлением (Па), интенсивностью (Вт/м²) и частотой колебания. Согласно ГОСТ 12.1.001-83 ультразвуковой диапазон частот подразделяется на низкочастотные колебания (от $1,12 \cdot 10^4$

до $1,0 \cdot 10^5$ Гц), распространяющиеся воздушным и контактным путем, и высокочастотные колебания (от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц), распространяющиеся только контактным путем.

Биологическое воздействие ультразвука на организм зависит от длительности воздействия, интенсивности, частоты и характера ультразвуковых колебаний (УЗК). У работающих с ультразвуковыми установками нередко наблюдаются функциональные нарушения нервной и сердечно-сосудистой систем, изменение давления, состава и свойства крови, слухового и вестибулярного аппарата и т. д., частые жалобы на головные боли, быструю утомляемость, потерю слуховой чувствительности.

Основными регламентирующими документами являются «Санитарные нормы и правила при работе на промышленных ультразвуковых установках», ГОСТ 12.1.001-83 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.051-80 «ССБТ. Оборудование технологическое ультразвуковое. Требования безопасности».

Допустимые уровни звукового давления приведены в табл. 20. Характеристикой высокочастотного УЗК, передаваемого контактным путем, является пиковое значение виброраскорости (м/с) в частотном диапазоне от $1 \cdot 10^5$ до 1×10^9 Гц или его логарифмический уровень (дБ), определяемый по формуле

$$L_v = 20 \lg (v/v_0),$$

где v — пиковое значение виброраскорости, м/с; v_0 — опорное значение виброраскорости, равное $5 \cdot 10^{-6}$ м/с.

Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами установок и приборов не должны превышать 110 дБ.

Контроль уровней звукового давления нужно производить после монтажа установки, ремонта и периодически в процессе эксплуатации не реже одного раза в год. Измерение уровней звукового давления, распространяющегося в воздушной среде, проводят согласно ГОСТ 12.4.077-79.

Существует несколько способов снижения уровня звукового давления УЗК: снижение ультразвука в источнике,

Таблица 20. Допустимые уровни ультразвукового давления на рабочих местах

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16,0	90
20,0	100
25,0	105
31,5—100,0	110

звукопоглощение и звукоизоляция. Наиболее эффективная звукоизоляция. Хорошие звукоизолирующие свойства имеют металлические кожухи из листов стали толщиной 1,5... 2 мм, покрытые резиной толщиной до одного миллиметра. Принимают различные материалы: пористую резину, поролон и органическое стекло.

Непосредственный контакт рабочих с источниками УЗК можно устранить следующими методами: механизацией и автоматизацией процессов (при пайке, очистке, обезжиривании деталей и т. д.); применением автоблокировки, т. е. автоматическое отключение установок при выполнении вспомогательных операций (загрузка и выгрузка продукции и т. д.); применением приспособлений для фиксации положения источника УЗК или обрабатываемой детали; применением индивидуальных средств защиты в виде двойных перчаток (хлопчатобумажных и резиновых), отражающих УЗК слоем воздуха; противозумов по ГОСТ 12.4.051-78 (при защите от УЗК, распространяющегося в воздушной среде); оклеиванием призматических и плоских щупов виброизолирующими материалами (резиной толщиной в один миллиметр) в местах соприкосновения пальцев рук оператора с источником ультразвука.

Зоны с уровнями УЗК, превышающими предельно допустимые, должны быть обозначены предупреждающим знаком по ГОСТ 12.4.026-76.

Защита от инфразвука. Инфразвук представляет собой волновые колебания упругой среды с частотой менее 20 Гц и характеризуется инфразвуковым давлением (Па), интенсивностью ($\text{Вт}/\text{м}^2$), частотой колебаний (Гц). В производственных условиях основными источниками инфразвука (ИЗ) являются двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели, вентиляторы, компрессоры, двигатели катеров, автомобили, дизельные установки, машины и механизмы, совершающие возвратно-поступательное или вращательное движение с повторением цикла менее чем 20 раз в секунду.

ИЗ характеризуются высокой проникающей и биологической способностью. Они способны оказать сильное воздействие на состояние и поведение человека (люди испытывают легкую тошноту, ощущение вращения, непроизвольное вращение глазных яблок) и являются потенциально опасными для здоровья. При воздействии ИЗ стенка брюшного пресса входит в резонанс на частоте 3...5 Гц, грудная клетка — 40 Гц. Инфразвук вызывает усиление колебания внутренних органов человека, затрудненное дыхание, изменение ритма сердечных сокращений, общее недомогание,

сдвиг порога слышимости на высоких частотах, утомление, головную боль, вестибулярные нарушения и т. д. При интенсивностях инфразвука ≥ 180 дБ происходит разрушение легочных альвеол, что ведет к смерти.

В соответствии с СН 22-74-80 уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц должны быть не более 105 дБ, а на частоте 32 Гц — не более 102 дБ.

Снижение интенсивности инфразвука может быть достигнуто различными способами: изменением режима работы устройства (увеличением быстроходности); его конструкции; звукоизоляцией источника; поглощением звуковой энергии и др.; при помощи глушителей шума (интерференционного, камерного или резонансного типов), а также механического преобразователя частоты.

Борьба с инфразвуком в источнике его возникновения должна быть прежде всего в направлении применения режима работы технологического оборудования путем увеличения его быстроходности, а также в снижении интенсивности аэродинамических процессов, снижении скорости истечения в атмосферу рабочих тел.

Глава 4. ОСНОВЫ ПОЖАРО- И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ПРОИЗВОДСТВ

§ 4.1. Пожаро- и взрывопоказатели веществ, материалов, производств и помещений

Характеристика процессов горения. *Пожар — это неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.* Горение возникает при наличии горючего вещества (в газообразном, жидком или твердом состоянии), окислителя и источника воспламенения.

По горючести (способности к горению) все вещества и материалы разделяют на *негорючие, трудногорючие и горючие.*

Негорючими веществами и материалами называются такие, которые не способны к воспламенению и горению в воздухе. *Трудногорючими* такие, которые способны гореть только под воздействием источника воспламенения и горение которых прекращается после его удаления. *Горючими* называют материалы и вещества, которые загораются от источника воспламенения и продолжают гореть после его удаления.

Таблица 21. Пожарные показатели некоторых веществ

Вещество	Пределы воспламенения, %		Температура, °С		Давление взрыва, кПа	k _{об}
	нижний	верхний	вспышки	самовоспламенение		
Ацетон	2,2	13	—18	535	893	1,5
Дихлорэтан	6,2	16	9	413		1,32
Метилловый спирт	6	34,7	8	464	740	1,4
Толуол	1,3	6,7	4	536		1,4
Этиловый спирт	3,3	18,4	13	405	750	2

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов: *вспышка*, *возгорание*, *воспламенение*, *самовозгорание*, *самовоспламенение* и *взрыв* (взрывное горение).

Вспышка — это процесс мгновенного сгорания паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, вызванный непосредственным воздействием источника воспламенения.

Возгорание — явление возникновения горения под действием источника зажигания.

Воспламенение — возгорание, сопровождающееся появлением пламени. При этом вся остальная масса горючего вещества остается относительно холодной.

Самовозгорание — явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций в веществе, приводящее к возникновению его горения в отсутствие источника зажигания.

Самовоспламенение — это процесс воспламенения в присутствии окислителя твердых, жидких и газообразных веществ, нагретых внешним источником до определенной температуры.

Взрыв (ГОСТ 12.1.010-76) — быстрое превращение вещества, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить работу.

Для оценки пожаро- и взрывоопасности производств необходимо знать показатели пожаро- и взрывоопасности веществ, используемых в производственных процессах.

Температура вспышки — наименьшая температура горючего вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхнуть в воздухе от внешнего источника зажигания.

Согласно ГОСТ 12.1.004-85 в зависимости от температуры вспышки жидкости делят на *легковоспламеняющиеся (ЛВЖ)* и *горючие (ГЖ)*. ЛВЖ имеют температуру вспышки паров в закрытом тигле не выше 61 °С, а в открытом тигле не выше 66 °С. ГЖ имеют температуру вспышки паров выше соответственно 61 °С и 66 °С. К ЛВЖ относятся ацетон, бензол, спирт метиловый и т. д., к ГЖ — минеральные и растительные масла и т. д. (табл. 21).

Температура воспламенения — наименьшая температура, при которой вещество выделяет такое количество горючих паров или газов и с такой скоростью, что они воспламеняются от источников зажигания и продолжают устойчиво гореть.

Температура самовоспламенения — это наименьшая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения пламенем.

По температуре самовоспламенения взрывоопасные смеси газов и паров жидкостей в соответствии с ГОСТ 12.2.020-76, ГОСТ 12.1.011-78 делятся на шесть температурных классов (групп) (табл. 22).

Склонность к самовозгоранию характеризует способность некоторых веществ и материалов самовозгораться и гореть при нагревании до сравнительно невысоких температур или контакте с другими веществами, а также при воздействии тепла, выделяемого микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности. Различают тепловое, химическое и микробиологическое самовозгорание.

Граничные концентрации паров или газов в воздухе, способные воспламеняться или взрываться от внешнего источника зажигания, называют соответственно нижним и верхним концентрационным пределами воспламенения (взрываемости). Нижним концентрационным пределом взрываемости (НКПВ) называется наименьшая концентрация паров или газов горючих веществ в воздухе, при которой возможен взрыв (воспламенение) при соприкосновении с открытым огнем. Верхним (ВКПВ) — наибольшая концентрация газов или паров горючей жидкости, при которой возможен взрыв (воспламенение) смеси, но при более высокой

Т а б л и ц а 22.
Температурные классы
взрывоопасных смесей

Температурный класс	Температура самовоспламенения, °С
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	80

Таблица 23. Пожарные показатели некоторых твердых горючих материалов

Горючее вещество	НКПВ, г·м ⁻³	Температура воспламенения, °С	Давление взрыва, $P_{\text{макс}}$, кПа	Минимальная энергия зажигания, мДж
Смола эпоксидная без катализатора	20	540	647	15
Полистирол	25	488	720	15
Алюминий	10	470	660	0,025
Олово	190	430	260	80
Цинк	480	460	350	0,15

концентрации смесь не воспламеняется от открытого огня (см. табл. 21).

Температурные пределы воспламенения паров в воздухе определяются такой температурой вещества, при которой его насыщенные пары образуют концентрации соответственно нижнему или верхнему концентрационным пределам воспламенения. Они называются соответственно нижним (НТПВ) и верхним (ВТПВ) температурными пределами воспламенения.

Нижний концентрационный предел воспламенения аэро-взвеси твердых веществ — наименьшая концентрация вещества в воздухе, при которой смесь способна воспламеняться с последующим распространением пламени на весь объем смеси. Для пылей обычно определяется только НКПВ. Характеристика воспламенения некоторых твердых веществ приведена в табл. 23.

Максимальное давление взрыва — это наибольшее давление, которое возникает при наиболее пожаро-взрывоопасной газо-, паро- и пылевоздушной смеси в замкнутом объеме при начальном давлении смеси 0,1 МПа (см. табл. 21, 23).

Если шарообразную оболочку, части которой соединяются между собой плоскими поверхностями, заполнить газо-, паровоздушной взрывоопасной смесью и поместить в пространство, заполненное этой же смесью, то при поджигании смеси в оболочке пламя, проникая через зазор (щель) b между прилегающими плоскостями длиной l , может воспламенить окружающую среду, т. е. передать взрыв наружу. При определенных значениях длины и ширины зазора в нем про-

исходит затухание пламени.

Взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на категории в зависимости от величины безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ), через который не происходит передача взрыва из оболочек в окружающую среду (табл. 24).

Таблица 24. Категории взрывоопасных смесей газов и паров

Категория и наименование взрывоопасных смесей	Величины БЭМЗ, мм
Рудничный метан	>1,0
Промышленные газы и пары:	
II А	>0,9
II В	>0,5 до 0,9
II С	<0,5

Склонность к электризации, воспламеняющая способность от электрических искр. Разряды статического электричества могут образоваться при перемещении жидкостей, газов и пыли, при ударах, измельчении, распылении и подобных процессах механического воздействия на материалы и вещества, являющиеся диэлектриками. Разность потенциалов при электризации диэлектриков может достигать очень высоких значений: от несколько сот до десятков тысяч вольт, а при разности потенциалов 3000 В искровой разряд может воспламенять все горючие газы, при 5000 В — большую часть горючих пылей.

Воспламеняющая способность от электрических искр оценивается по величинам воспламеняющих токов в индуктивной или безындуктивной цепях и напряжений в емкостной цепи или минимальной энергии зажигания. Воспламеняющим током и воспламеняющим напряжением считаются такие, которые вызывают воспламенение взрывоопасной среды с вероятностью 10^{-3} .

Значение минимальной энергии воспламенения используется при оценке опасности статического электричества. Минимальная энергия воспламенения — это наименьшее значение энергии искры электрического разряда (мДж), способной воспламенить наиболее легковоспламеняющуюся взрывоопасную смесь газов, паров жидкости или пыли с воздухом (см. табл. 23).

При выборе средств тушения выявляют вещества, которые при взаимодействии с водой, воздушно-механической и химической пеной вызывают химические реакции, увеличивающие интенсивность горения и даже взрыв.

Причины пожаров и взрывов. В качестве горючего материала могут служить строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, вещества и мате-



Рис. 29. Наиболее распространенные импульсы (источники зажигания)

риалы, применяемые в технологическом процессе изготовления ЭРЭ и РЭА, изоляция кабелей и монтажных проводов, а также ЭРЭ и радиотехнические детали.

Окислителем служит кислород воздуха. Источником воспламенения являются импульсы, указанные на рис. 29. Наиболее распространенными импульсами в РЭА являются тепловые: искры, дуги, перегретые опорные поверхности и ЭРЭ.

Основные причины пожаров технического характера, возникающих на предприятиях, и соответствующая им частота случаев приведены ниже:

- нарушение технологического режима — 33 %
- неисправность электроустановок — 16 %
- неудовлетворительная подготовка установок к ремонту — 13 %
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию — 10 %
- конструктивные недостатки оборудования — 7 %

Как следует из приведенных данных, основной причиной пожаров является нарушение технологического режима. Это связано с большим разнообразием и сложностью технологических процессов, при которых применяют вещества и материалы, обладающие высокой пожарной опасностью (спирты, бензины, лаки, краски, канифоль и т. д.).

Следующей причиной, приводящей к возникновению пожаров, является эксплуатация электроустановок. По данным статистики от короткого замыкания в электрических сетях, машинах и аппаратах происходит в среднем 43,3 % пожаров, от воспламенения горючих материалов и

Таблица 25. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (общесоюзные нормы технологического проектирования (ОНТП 24-86))

Категория	Характеристика веществ и материалов
А — взрывопожароопасная	<p>Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не выше 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовые смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении более 5 кПа</p> <p>Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа</p>
Б — взрывопожароопасная	<p>Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки выше 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении более 5 кПа</p>
В — пожароопасная	<p>Горючие и трудногорючие пыли, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии, не относятся к категориям А или Б</p>
Г	<p>Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процессы обработки которых сопровождаются выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива</p>
Д	<p>Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии</p>

предметов, находящихся в непосредственной близости от электропотребителей или соприкасающихся с ними (перегрев опорных поверхностей) — 33,2 %, при токовых перегрузках — 12,3 % и т. д.

Классификация помещений и зданий по взрывопожароопасности. В основу классификации зданий и сооружений положены основные пожарные показатели применяемых веществ и материалов с учетом их количества. Согласно

СНиП 2.09.02-85 все помещения и здания делятся на пять категорий: А, Б, В, Г, Д (табл. 25).

Категория помещения и здания по пожарной опасности в значительной степени определяет требования к зданию, его конструкциям и планировке; организацию пожарной охраны и ее техническую оснащенность; требования к режиму и эксплуатации. Поэтому вопрос отнесения помещения и зданий к той или иной категории является исключительно важным.

Классификация взрывопожароопасных зон помещений. Для обеспечения длительной и безопасной работы электротехнических установок, оборудования или РЭА необходимо обеспечить их конструктивное соответствие окружающей среде.

В соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) отдельно классифицируются зоны помещений, в которых обрабатываются, хранятся или образуются в результате технологического процесса пожаро- и взрывоопасные жидкие, твердые, паро- и газообразные вещества и материалы и в которых от электрических источников зажигания могут возникать загорания, пожары и взрывы.

Выделяются две группы указанных зон помещений — пожаро- и взрывоопасные. К отдельной группе относятся наружные установки с пожаро- и взрывоопасными веществами.

Для правильного выбора вида исполнения электроустановок, РЭА, приборов и других установок необходимо прежде всего определить класс зоны, где они будут эксплуатироваться.

Взрывоопасной зоной считают помещения или ограниченное пространство в помещении или вне его, где имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси. При определении взрывоопасных зон принимается, что взрывоопасная зона занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5 % свободного объема помещения. Если объем взрывоопасной смеси равен 5 % свободного объема помещения или меньше его, то взрывоопасной считается зона в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров.

Согласно ПУЭ взрывоопасные зоны делятся на классы.

Зоны класса В-1 расположены в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и обладающие такими свойствами, что могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах

Таблица 26. Классификация пожароопасных зон производственных помещений

Класс пожароопасной зоны	Местонахождение зоны и ее характеристика
П-I	В помещении, в котором обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С
П-II	В помещении, в котором выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м ³ к объему воздуха
П-IIа	В помещении, в котором обращаются твердые горючие вещества
П-III	Вне помещения, где обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества

работы, например: при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранения или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях и т. д.

Зоны класса В-Iа расположены в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В-Iб такие же зоны, как и зоны класса В-Iа, но имеют одну из следующих особенностей:

— горючие газы обладают высоким нижним пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях (ГОСТ 12.1.005-76);

— помещения производств, связанных с применением или получением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения;

— горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для образования взрывоопасной смеси в зоне, превышающей 5 % свободного объема помещения, и работа с ними производится без применения открытого пламени.

Зоны класса В-Iг расположены вокруг наружных установок, в которых содержатся взрывоопасные газы, пары и ЛВЖ, где образование взрывоопасных смесей возможно только в результате аварии или неисправности.

По горючести пыли предусматривают два класса взрывоопасных помещений.

Зоны класса В-II. Помещения, где выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли и волокна, способные образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных непродолжительных режимах работы.

Зоны класса В-IIа. К данному классу относятся зоны помещения, где возникновение взрывоопасных состояний возможно при неисправностях и в аварийных случаях.

Во взрывоопасных производствах электрооборудование применяется в специальном взрывозащищенном исполнении.

Пожарной зоной называется пространство внутри или вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически находятся горючие вещества как при нормальном осуществлении технологического процесса, так и при его нарушениях. Пожароопасные зоны разделены на несколько классов (табл. 26).

§ 4.2. Системы предотвращения пожаров, взрывов, пожаро- и взрывозащиты

Безопасность трудящихся при пожарах и взрывах, защита материальных ценностей достигается обеспечением пожаро-взрывобезопасностью производственных объектов и технологических процессов. В соответствии с ГОСТ 12.1.033-81 (ГОСТ 12.1.010-76*) подразумевается такое состояние объекта и производственного процесса, при котором с определенной вероятностью исключается возможность пожара или взрыва, а также в случае их возникновения предотвращается воздействие на людей вызываемых ими опасных и вредных факторов, обеспечивается сохранение материальных ценностей.

Пожарная безопасность производственных объектов и взрывобезопасность технологических процессов обеспечивается за счет систем предотвращения пожаров, взрывов и систем пожаро- и взрывозащиты, определяемых ГОСТ 12.1.004-85 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010-76* «Взрывобезопасность».

К системам предотвращения пожара и взрыва относятся: предотвращение образования горючей и взрывоопасной среды и образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания и инициирования взрыва; поддержание температуры горючей среды ниже температуры самовоспламенения и воспламенения; поддержание давления в го-

рючей среде ниже максимально допустимого по горючести; уменьшение объема горючей среды ниже предельно допустимой взрывобезопасной концентрации, т. е. обеспечение пожаро-взрывобезопасности технологического процесса, оборудования, электроустановок, систем отопления и вентиляции.

Предотвращение образования горючей и взрывоопасной среды обеспечивается регламентацией допустимой концентрации горючих газов, паров в воздухе; применением ингибирующих (химически активных) и флегматизирующих (инертных) добавок; допустимой концентрации кислорода или другого окислителя; горючести обращающихся веществ, материалов, оборудования и концентраций; применением рабочей и аварийной вентиляции; отводом взрывоопасной среды; применением герметичного оборудования; выбором скоростных режимов движения среды; контролем состава воздушной среды.

Предотвращение образования источников зажигания и инициирования взрыва должно быть обеспечено регламентацией огневых работ; ограничением нагрева материалов и оборудования до температуры ниже температуры самовоспламенения. Необходимо также применение материалов, не создающих при соударении искр; средств защиты от атмосферного и статического электричества, блуждающих токов, токов замыкания на землю и т. д.; технологического процесса и оборудования, удовлетворяющих требованиям электростатической искробезопасности; электрооборудования, соответствующего классу пожаро-взрывоопасности помещения или наружной установки, температурному классу и категории взрывоопасной смеси. Должны быть ликвидированы условия для теплового, химического и микробиологического самовозгорания образующихся веществ, материалов, изделий и конструкций; быстродействующие средства защитного отключения возможных источников пожара и взрыва.

К системам пожаро- и взрывозащиты относятся: применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов; ограничение количества горючих и взрывоопасных веществ и их размещение; изоляция горючей и взрывоопасной среды; предотвращение распространения пожара за пределы очага; применение средств пожаротушения, конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и горючести. Пожаро- и взрывозащита включает также эвакуацию людей; применение средств коллективной и индивидуальной защиты людей; систему противодымной защиты;

применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре; организацию пожарной охраны объекта.

Количество горючих и взрывоопасных веществ и их размещение должны регламентироваться количеством (массой, объемом), наличием аварийного слива пожаро-взрывоопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры; противопожарными разрывами и защитными зонами.

Изоляция горючей и взрывоопасной среды должна обеспечиваться максимальной механизацией технологических процессов; установкой оборудования в изолированных помещениях, отсеках, камерах или на открытых площадках; применением герметизированного оборудования и тары.

Распространение пожара и взрыва предотвращается с помощью устройства противопожарных преград (стен, зон, поясов, защитных полос), огнепреградителей, гидрозатворов, инертных газовых или паровых завес; установления предельно допустимых площадей противопожарных и взрывобезопасных отсеков и секций; устройства аварийного отключения и переключения аппаратов и коммуникаций; защиты аппаратов от разрушения при пожаре или взрыве с помощью устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны или клапаны).

Применяемые средства пожаротушения должны ограничивать размеры пожара и обеспечить его тушение. При этом должны быть определены средства пожаротушения, вид, количество, размещение и содержание первичных средств пожаротушения в соответствии с ГОСТ 12.4.009-75; порядок хранения веществ, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами; применение систем активного подавления взрыва.

Пределы огнестойкости конструкций объекта должны быть такими, чтобы конструкции сохраняли несущие и ограждающие функции в течение эвакуации людей или пребывания их в местах коллективной защиты. При этом пределы огнестойкости должны устанавливаться с учетом пожаро-взрывоопасности производственных процессов.

Каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из него была завершена до наступления предельно допустимых уровней опасных факторов пожара или взрыва. Для обеспечения эвакуации необходимо установить размеры, количество эвакуационных путей и выходов и обеспечить соответствующее их конструктивное исполнение.

Средства коллективной и индивидуальной защиты должны обеспечивать безопасность людей в течение всего времени

действия опасных факторов пожара и/или взрыва. Коллективная и индивидуальная защита осуществляется в тех случаях, когда эвакуация людей затруднена или нецелесообразна.

Система противодымной защиты должна обеспечивать незадымление путей эвакуации в течение времени, достаточного для эвакуации людей. Каждый объект должен быть обеспечен надежными средствами извещения или сигнализации о пожаре в его начальной стадии.

Пожарная защита зданий и сооружений. Условия развития пожара и меры пожарной защиты определяются конструктивными характеристиками строительных материалов и планировочными решениями зданий и сооружений.

Строительные материалы по возгораемости подразделяются на три группы: негорючие, трудногорючие и горючие. Степень огнестойкости зданий (сооружений) зависит от пределов огнестойкости основных строительных конструкций и распространения огня по этим конструкциям.

Пределы огнестойкости конструкций устанавливаются опытным путем. Образец конструкции помещают в печь и подвергают воздействию необходимой нагрузки. Время от начала испытания до появления одного из признаков потери несущей или ограждающей способности и является пределом огнестойкости. Предельным прогревом конструкции считается повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем больше чем на 140°C или в какой-либо точке поверхности больше чем на 180°C по сравнению с температурой конструкции до испытания.

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на восемь степеней: I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa, V. В зависимости от степеней огнестойкости зданий и сооружений СНиП 2.01.02-85 установлены минимальные пределы огнестойкости строительных материалов (табл. 27) и максимальные пределы распространения огня.

В зависимости от пожарной опасности размещаемых в зданиях технологических процессов в соответствии СНиП 2.09.02-85 устанавливается требуемая степень огнестойкости, допустимое количество этажей и площадь этажа между противопожарными стенами зданий (табл. 28).

В зданиях и помещениях с производствами категорий А, Б предусматриваются наружные легкосбрасываемые ограждающие конструкции при воздействии взрывной волны. К ним относятся оконное стекло, распашные ворота, зенитные фонари, легкие конструкции. Площадь их должна быть не менее $0,05\text{ м}^2$ для производств категорий А и не менее $0,03\text{ м}^2$

Таблица 27. Степень огнестойкости строительных материалов

Степень огнестойкости зданий	Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций/Максимальные пределы распространения огня			
	Стены		лестничные площадки, ступени, балки и марши лестничных клеток	плиты, настилы и другие несущие конструкции перекрытия
	несущие, лестничные	внутренние несущие (перегородки)		
I	2,5/0	0,5/0	1/0	1/0
II	2/0	0,25/0	1/0	0,75/0
III	2/0	0,25/40	1/0	0,75/25
IIIa	1/0	0,25/40	1/0	0,25/0
IIIб	1/40	0,25/40	0,75/0	0,75/25
IV	0,5/40	0,25/40	0,25/25	0,25/25
IVa	0,5/40	0,25/40	0,25/0	0,25/0
V	Не нормируется			

Таблица 28. Степень огнестойкости здания, количество этажей и площадь этажа между противопожарными стенами

Категория производства	Допустимое количество этажей	Степень огнестойкости зданий	Площадь этажа, м ² , между противопожарными стенами зданий		
			одноэтажных	многоэтажных	
				два этажа	три и более
А, Б	6	I	Не ограничивается		
	6	I, II	Не ограничивается		
В	3	III	5200	3500	2600
	2	IV	2600	2000	—
Г	10	I, II	Не ограничивается		
	3	III	6500	5200	3500
	2	IV	3500	2600	—
Д	10	I, II	Не ограничивается		
	3	III	7800	6500	3500
	2	IV	3500	2600	—

Т а б л и ц а 29. Время, необходимое для эвакуации людей из помещений

Категория производства	Время $t_{\text{нб}}$, мин, при объеме помещения, тыс. м ³				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б	0,50	0,75	1,00	1,50	1,75
В	1,25	2,00	2,00	2,50	3,00
Г, Д	Не ограничивается				

для производства категории Б на 1 м³ объема взрывоопасного помещения. В бесфонарных зданиях устраиваются дымовые вытяжные шахты с автоматическим и ручным открыванием при пожаре.

Для ограничения распространения пожара здания и сооружения разделяются на секции противопожарными преградами, к которым относятся: противопожарные стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, тамбур-шлюзы и окна.

Противопожарные стены возводятся от фундамента на всю высоту здания или сооружения. Разделяют горючие или трудногорючие покрытия на 60...30 см выше кровли и выступают за плоскость наружных горючих или трудногорючих стен, за карнизы и свесы крыши на 30 см. Площадь дверей, ворот, окон и других проемов в противопожарных стенах должна составлять не более 25 % их площади.

Для эвакуации людей из зданий и помещений при пожаре предусматриваются эвакуационные выходы. Их должно быть не менее двух, расположенных рассредоточенно. Выходы считаются эвакуационными, если они ведут: из помещений первого этажа непосредственно наружу или через вестибюль, коридор, лестничную клетку; из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор, ведущий в лестничную клетку или на лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу или через вестибюль; из помещений в смежные помещения того же этажа, обладающие огнестойкостью не ниже III степени и не содержащие производств, относящихся по пожарной опасности к категории А, Б, а также имеющие непосредственный выход наружу или на лестничную клетку.

На основе данных о критической продолжительности пожара (время от начала пожара до возникновения опасной для человека ситуации) СНиП 2.01.02-85 устанавливают

Т а б л и ц а 30. Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями

Степень огнестойкости зданий и сооружений	Степень огнестойкости зданий и сооружений		
	I, II	III	IV, V
I, II	См. примечание	9	12
III	9	12	15
IV, V	12	15	18

Примечание. Для категорий А, Б и В — 9 м. Это расстояние уменьшается до 6 м при одном из следующих условий: если здание оборудуется стационарными автоматическими средствами пожаротушения; если здание оборудуется автоматической пожарной сигнализацией; если удельная нагрузка горючими веществами в зданиях менее или равна 10 кг/м^2 площади этажа. Для остальных категорий не нормируется.

необходимое время эвакуации людей $t_{\text{нб}}$ из помещений здания I, II и III степеней огнестойкости в зависимости от категории производства и объема помещений (табл. 29). Допустимое расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода и ширина выхода из помещений наружу или в лестничную клетку регламентируется СНиП 2.09.02-85 в зависимости от объема помещения, его огнестойкости, категории производства и плотности людского потока в общем проходе.

Величина противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями нормируется СНиП II-89-80 в зависимости от огнестойкости здания и категории пожарной опасности размещенного в нем производства (табл. 30).

Пожаро-взрывобезопасность технологических процессов и установок. Технологи совместно с электриками проектирующей или эксплуатирующей организации определяют категорию пожаро-взрывоопасности технологических процессов, класс пожаро-взрывоопасности зон помещений, все пожаро-взрывоопасные показатели веществ, используемых или получаемых в производственных процессах, возможные причины пожаров и взрывов. После этого определяют допустимую температуру поверхностей оборудования, $t_{\text{об}}$, в котором находятся вещества, способные самовоспламениться

$$t_{\text{об}} = T_{\text{с.в}}/K_{\text{бэ}},$$

где $T_{\text{с.в}}$ — температура самовоспламенения, °С, вещества; $K_{\text{бэ}}$ — коэффициент безопасности (определяется по ГОСТ 12.1.004-85); $t_{\text{об}}$ не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на $45 \text{ }^\circ\text{C}$ и быть во всех случаях не выше $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Потом рассчитывают допустимую концентрацию взрывоопасной смеси внутри взрывоопасных технологических аппаратов и определяют предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию (ПДВК)

$$\text{ПДВК} = \varphi_{\text{H}}/K_{\text{бз}},$$

где φ_{H} — НКПВ газа, паров, пыли или смесей.

Устанавливаются температурные пределы воспламенения (НТПВ и ВТПВ) для определения температурных режимов, t_{p} , закрытых технологических аппаратов с жидкостями и летучими твердыми веществами, работающими при атмосферном давлении. Безопасной для образования взрывоопасных смесей считается температура вещества на 10°C ниже НТПВ или на 15°C выше ВТПВ.

Определяют максимальное давление взрыва при наиболее пожаро-взрывоопасной газо-, паро- и пылевоздушной смеси в замкнутом объеме технологического аппарата, которое учитывают при расчете на взрывоустойчивость аппаратуры, предохранительных клапанов и мембран, оболочек взрывонепроницаемых электроустановок.

По ГОСТ 12.1.011-78* устанавливают категорию взрывоопасной смеси и БЭМЗ с целью выбора уровня и вида взрывозащиты электроустановок, приборов и аппаратов.

По ГОСТ 21.1.018-79 устанавливают класс электростатической искробезопасности (ЭСИБ) технологического процесса с целью изыскания метода предотвращения образования и накопления статического заряда.

Оценивается электрическая схема установок, приборов и аппаратов на их воспламеняющую способность. Во всех случаях при любом режиме электрических цепей (нормальной, аварийной) токи и напряжения должны быть меньше

$$I = I_{\text{в}}/K_{\text{бз}}; \quad U = U_{\text{в}}/K_{\text{бз}},$$

где I, U — допустимые токи и напряжения в электрической цепи; $I_{\text{в}}, U_{\text{в}}$ — воспламеняющий ток и напряжения для данной взрывоопасной смеси.

Устанавливается также характер взаимодействия применяемых или образующихся веществ и материалов со средствами пожаротушения с целью определения типа первичных средств пожаротушения и их количества.

При технологических процессах, в которых применяются или выделяются вещества, образующие взрыво-пожароопасные пары, газы и пыль, применяются герметичные установки, аппараты и т. д., предотвращающие выход взрывоопасных веществ в атмосферу помещений. При дроблении

веществ (например, канифоли) установки оборудуются приспособлениями для улавливания посторонних предметов.

Помещения оборудуются автоматическими средствами пожаротушения и пожарной сигнализации и устанавливаются автоматические газоанализаторы.

В пожаро-взрывоопасных цехах и на оборудовании, представляющем опасность взрыва или воспламенения, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76 вывешиваются знаки, запрещающие пользование открытым огнем, а также знаки, предупреждающие об осторожности при наличии воспламеняющихся и взрывчатых веществ.

Надежная и безопасная в пожарном отношении эксплуатация электроустановок может быть обеспечена только в том случае, если их исполнение соответствует условиям окружающей среды. Взрывозащищенные электроустановки имеют специальные конструктивные средства и меры, которые обеспечивают невозможность воспламенения окружающей взрывоопасной газо-, паро- и пылевоздушной смеси от электрических искр, дуг, пламени и нагретых частей установки. Эти установки изготавливаются согласно ГОСТ 12.2.020-76 и подразделяются на две группы:

группа I — рудничные взрывозащищенные электроустановки, предназначенные для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу или пыли;

группа II — взрывозащищенные электроустановки для внутренней и наружной установки, кроме рудничных взрывозащищенных.

Взрывозащищенные электроустановки для внутренней и наружной установки в зависимости от уровня взрывозащиты подразделяются на:

электроустановки повышенной надежности против взрыва (2), в которых взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме его работы;

взрывобезопасные электроустановки (1), в которых взрывозащита обеспечивается как в нормальном режиме работы, так и при признанных вероятностных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств взрывозащиты;

особовзрывобезопасные электроустановки (0), в которых по отношению к взрывобезопасным электроустановкам приняты дополнительные средства взрывозащиты от действия искр или электрических дуг как при нормальной работе, так и при неограниченном числе повреждений любых элементов, за исключением защитных.

Взрывозащищенные установки имеют различные виды взрывозащиты.

1. *Взрывонепроницаемая оболочка (d)* — оболочка, выдерживающая давление взрыва внутри нее и предотвращающая распространение взрыва в окружающую взрывоопасную среду. Способность оболочки локализовать взрыв обеспечивается прочностью материала и за счет разного рода фланцевых соединений. Во взрывонепроницаемой оболочке изготавливают приборы, светильники, промышленные телевизионные аппараты и др.

2. *Искробезопасная электрическая цепь (i)* — способ обеспечения взрывозащиты, при котором электрическая цепь выполнена так, что электрический разряд или нагрев цепи не могут воспламенить взрывоопасную среду при нормальном и аварийном режимах работы. Искробезопасность достигается тем, что ток (в индуктивной и безындуктивной цепи) или напряжение (емкостной цепи) принимается меньше их воспламеняющегося значения.

3. *Защита вида (e)* — вид взрывозащиты электроустановки или ее части, не имеющей нормально искрящих частей, который заключается в том, что наряду с используемыми принимаются дополнительные меры по предотвращению опасных нагревов, электрических искр и дуг. К основным средствам и мерам, обеспечивающим защиту вида (e) (повышенную надежность), относятся: применение электроизоляционных материалов более высокого качества; снижение температуры перегрева изолированных обмоток сравнительно с допустимыми нормами для данного класса изоляции с целью повышения их надежности и ограничения нагрева поверхностей электроустановок до более низких значений, чем температура воспламенения взрывоопасных смесей; применение для оболочек материалов, не опасных в отношении искрения при ударе и трении. Защита вида (e) применяется при изготовлении электрических машин, аппаратов и приборов, светильников и др.

4. *Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением (P)* — обеспечение работы электроустановки в среде с отсутствием взрывоопасных смесей. Оболочка электроустановки продувается чистым воздухом или инертным газом под избыточным давлением, предотвращающим попадание внутрь оболочки взрывоопасной смеси из внешней среды.

5. *Масляное заполнение оболочки (o)* — заполнение пространства, в котором возникает электрическая дуга или возможно ее появление, жидким диэлектриком в виде

трансформаторного масла, обеспечивающее при высокой теплопроводности интенсивный отвод тепла с нагретых токоведущих частей. Маслонаполненными изготавливаются трансформаторы, конденсаторы, полупроводниковые выпрямители, коммутационные аппараты и др.

6. *Кварцевое заполнение оболочки (q)* — заполнение оболочки кварцевым песком определенного зернового состава, в который погружаются конструктивные узлы электроустановок таким образом, чтобы при возникновении внутри оболочки электрической дуги не произошло воспламенение наружной взрывоопасной смеси ни от пламени дуги, ни от нагретых стенок оболочки. С кварцевым заполнением изготавливаются электроустановки, не имеющие подвижных и искрящих частей: трансформаторы и т. д.

7. *Специальный вид взрывозащиты (S)* — обеспечивается специальными средствами, не предусмотренными выше, исключающими воспламенение смеси. Например, оболочка электроустановки заливается эпоксидными компаундами, чем достигается герметизация и надежная изоляция соприкосновения взрывоопасной внешней среды с токоведущими частями (трансформаторы малой мощности, катушки, не имеющие подвижных частей). В другом случае герметическая оболочка заполняется воздухом под избыточным давлением без продувки. Обеспечивается отключение напряжения с токоведущих частей при нарушении защитной оболочки.

Маркировка взрывозащиты электроустановок группы II выполняется рельефными знаками на видном месте оболочки электроустановки или на табличке, прикрепляемой к оболочке, в виде цельного, не разделенного на части знака, расположенного в прямоугольнике, в котором указывается в приведенной последовательности:

- а) знак уровня взрывозащиты: 2, 1, 0;
- б) знак E_x , указывающий, что электроустановка соответствует ГОСТ 12.2.020-76 и стандартам на виды взрывозащиты;
- в) знак вида взрывозащиты: d, i, e, o, P, q, S ;
- г) знак группы или подгруппы электроустановки: II — для электроустановок, не имеющих подгрупп; IIА, IIВ, IIС — для электроустановок, имеющих подгруппы (категория взрывоопасных смесей газов и паров, см. табл. 24);
- д) знак температурного класса электроустановки (Тб... Т1).

Примеры маркировки взрывозащиты приведены в табл. 31.

Средства пожаротушения и пожарной сигнализации. К основным средствам тушения пожаров относятся: вода,

Таблица 31. Примеры маркировки взрывозащиты взрывозащищенной электроустановки группы II

Электроустановка	Вид взрывозащиты	Группа (подгруппа) и температурный класс электроустановки	Маркировка взрывозащиты
Повышенной надежности против взрыва	Защита вида <i>e</i>	Группа II, температурный класс T6	$2E_xeIIT6$
Взрывобезопасная	Специальная S и взрывонепроницаемая оболочка <i>d</i>	Подгруппа II A, температурный класс T6	$1E_xSdIIAT6$
Особовзрывобезопасная	Специальный S	Группа II, температурный класс T4	OE_xSIIT4

водяной пар, химические и воздушно-механические пены, галоидоуглеводородные огнегасительные составы и сухие порошки.

Рассмотрим эти средства подробнее.

Тушение водой. Вода применяется в виде сильных компактных струй, в распыленном состоянии и в виде пара.

Компактные струи воды сбивают пламя, одновременно охлаждая поверхности. Такими струями пожар тушат с большого расстояния. Но компактные струи нельзя применять при тушении легковоспламеняющихся жидкостей, так как при этом происходит растекание жидкости, что способствует увеличению зоны горения.

При тушении пожара распылением струя более эффективна, чем компактная, вследствие значительного охлаждающего действия и меньшего расхода воды.

Для тушения пожара в закрытых помещениях можно применять насыщенный водяной пар, огнегасительное действие которого заключается в вытеснении воздуха из помещения.

Противопожарное водоснабжение. На территории промышленного предприятия устраивают водопровод, обеспечивающий водой все нужды предприятия, в том числе и для пожара. Требования к водопроводам противопожарного назначения изложены в СНиП II-30-76.

На предприятиях расчетные расходы воды на наружное пожаротушение через гидранты принимают в зависимости от степени огнестойкости, объема и категории пожарной опасности зданий. При этом расход воды принимают по

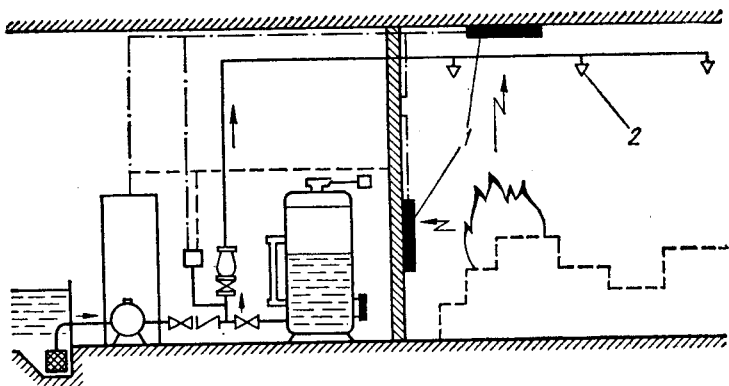


Рис. 30. Схема автоматической установки водяного пожаротушения

зданию, требующему наибольший расход. При площади территории предприятия более 150 га в расчет принимаются два пожара по зданиям, требующим наибольший расход воды. Продолжительность подачи воды на наружное пожаротушение составляет три часа.

Системы автоматического пожаротушения — это спринклерные и дренчерные устройства. Спринклерные устройства служат для автоматического тушения пожара и одновременной подачи сигнала пожарной тревоги. Преимущество этих устройств перед другими противопожарными средствами в том, что они начинают тушить пожар с первых же минут его возникновения.

Оборудованное спринклерной системой здание имеет под потолком водопроводную сеть, предназначенную для питания водой спринклеров. На рис. 30 показана схема автоматической установки водяного пожаротушения: 1 — извещатель; 2 — ороситель.

Выходное отверстие в спринклерной головке закрыто легкоплавким замком. При повышении температуры замок расплавляется и вода, ударяясь о розетку, разбрызгивается в виде душа. На рис. 31 изображены оросители водяные: а — спринклер; б — дренчер.

Дренчерные устройства отличаются от спринклерных тем, что головки их не имеют замка и отверстия для истечения воды всегда открыты. Подача воды в дренчерную сеть от водопитателя осуществляется вручную или через кран группового действия.

К химическим средствам тушения пожара относятся тушение углекислым газом, пеной, огнегасительными со-

ставами на основе галоидированных углеводородов, порошковыми составами и др.

Тушение углекислым газом происходит вследствие изоляции горючего предмета от кислорода воздуха и охлаждения зоны горения. Углекислый снег образуется из жидкой углекислоты вследствие расширения ее при выпускании из баллона. При испарении объем жидкой углекислоты увеличивается в 400...600 раз, а температура достигает -80°C . Углекислый газ рекомендуется применять для тушения пожаров в замкнутых объемах, на открытых площадках при небольших размерах очага горения, электроустановок. Первичным средством пожаротушения являются ручные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, а также углекислотные огнетушители ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400.

Тушение пеной заключается в том, что пенный покров является как бы экраном, препятствующим воздействию тепла зоны горения на поверхность вещества. Он препятствует выходу жидкости в зону горения, оказывая изолирующее действие. Кроме того, пена оказывает и некоторое охлаждающее действие. Пену широко применяют для тушения твердых веществ и особенно легковоспламеняющихся жидкостей, не растворяющихся в воде. В настоящее время применяется химическая пена, которая образуется в результате реакции между щелочью и кислотой с введением пенообразователя, и воздушно-механическая (смешивание воды с пенообразователем с одновременным примешиванием воздуха). Промышленностью выпускаются пенные огне-

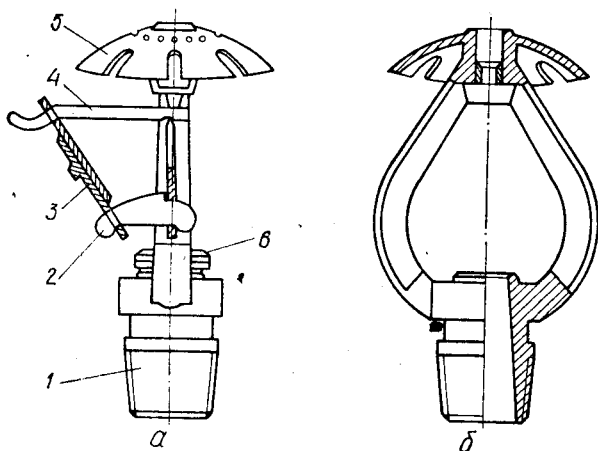


Рис. 31. Оросители водяные

Таблица 32. Характеристика огнегасительных составов на основе галоидированных углеводородов

Состав	Количество образовавшихся паров, л	Огнегасительная концентрация, %
Состав «3,5» (бромистого этила 70 %, углекислоты 30 %)	430	6,7
Состав «7» (бромистого метилена 80 %, бромэтила — 20 %)	430	3
Состав «СЖБ»	370	4,8

тушители типа ОХП-10, ОВП-10. Они действуют на расстоянии до 6 м в течение 1...1,5 мин.

Высокоэффективными средствами пожаротушения являются галоидированные углеводороды (газы или легкоиспаряющиеся жидкости). Огнегасительное действие их основано на торможении химических реакций горения, поэтому их часто называют антикатализаторами, ингибиторами, флегматизаторами. Наиболее распространенные составы на основе галоидированных углеводородов приведены в табл. 32. Их применяют для тушения твердых и жидких горючих веществ, особенно в закрытых объемах. Для тушения металлов их применять нельзя, так как эти углеводороды с металлами бурно реагируют. Огнегасительные составы на основе галоидированных углеводородов используют в огнетушителях ОУБ-3, ОУБ-7 и в стационарных установках для тушения различных материалов.

Порошкообразные составы применяют для тушения магния, щелочных металлов, электроустановок, газового пламени, алюмоорганических соединений. Механизм тушения порошкообразными составами заключается в изоляции горящих материалов от доступа к ним воздуха или изоляции паров и газов от зоны горения. Наибольшее распространение для тушения щелочных металлов получили составы ПС-1, ПС-2, СИ-1, СИ-2, СИ-КВ, в которые входят кальцинированная сода, стеарат алюминия, стеарат железа или магния, стеариновая кислота, графит и др. Промышленно выпускаются ручные порошковые огнетушители ОПС-6, ОПС-10, а также портативный огнетушитель ОП-1 «Момент».

Необходимое количество первичных средств пожаротушения рассчитывают отдельно по каждому этажу и помещению, а также по этажеркам открытых установок.

Таблица 33. Классификация пожаров и рекомендуемые огнегасительные вещества

Класс пожара	Характеристика горючей среды или объекта	Огнетушащие средства
А	Обычные твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстиль и др.)	Все виды огнетушащих средств
В	Горючие жидкости и плавающиеся при нагревании материалы (мазут, бензин, лаки, масла, спирты, стеарин, каучук, синтетические материалы)	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галоид-алкилов, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (CO ₂ , N ₂), галоидоуглеводороды, порошки, вода
D	Металлы и их сплавы (калий, натрий, алюминий, магний и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
E	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галоидоуглеводороды, диоксид углерода, порошки

Выбор огнегасительного вещества зависит от класса пожара. В настоящее время все пожары делят на пять классов — А, В, С, D, E. В табл. 33 приведена классификация пожаров и рекомендуемые огнегасительные вещества.

В системе мероприятий по борьбе с пожарами важное значение имеет пожарная сигнализация. Она дает возможность быстро сообщить о возникшем пожаре. Системами пожарной сигнализации рекомендуется оборудовать производственные здания категорий А, Б, В по пожарной опасности площадью свыше 500 м², а также складские помещения, архивохранилища, радио- и телестудии и др.

Электрическая сигнализация бывает автоматической и ручной. В зависимости от датчиков, извещающих о пожаре, системы автоматической пожарной сигнализации делят на *тепловые* (реагируют на повышение температуры в помещении), *дымовые* (реагируют на появление дыма), *световые* (реагируют на появление пламени), *ультразвуковые* (реагируют на изменение частоты колебаний), *фотоэлектрические* (срабатывают при пересечении инфракрасных лучей) и *комбинированные*.

Пожарными командами широко используется также радиосвязь. Применяемые радиостанции ультракоротковолнового диапазона обеспечивают радиус передачи до 45 км. Такие станции устанавливаются на пожарных автомобилях и в пожарных частях. Применение радиосвязи дает возможность более оперативно тушить пожары.

В последнее время широко применяют совмещенные виды охраннопожарной сигнализации. В них используют приборы охранной сигнализации, такие как «Комар-сигнал-12-АМ», «Сигнал 3М-1», «Сигнал-31» и другие, в лучи которых наряду с охранными датчиками включаются пожарные извещатели.

Организация пожарной охраны промышленного предприятия. Ответственность за пожаро-взрывобезопасность предприятия отдельных цехов, мастерских возлагается персонально на руководителя предприятия, начальника цеха, склада, мастерской.

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 и пожарно-техническую комиссию и руководить ими;

— назначить лиц, ответственных за пожарную безопасность цехов, лабораторий, участков.

Инженерно-технический персонал, ответственный за пожарную безопасность на отдельных участках, обязан знать пожарную опасность технологического процесса производства и строго выполнять правила и требования противопожарного режима, следить за исправностью приборов отопления, вентиляции, электроустановок, обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию имеющихся средств пожаротушения, связи и сигнализации.

На предприятиях устанавливается порядок проведения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму с рабочими и служащими. Рабочие и служащие, вновь принятые на работу, допускаются на работу только после прохождения первичного противопожарного инструктажа, который проводится в индивидуальном или групповом порядке. Начальник цеха (участка, лаборатории, мастерской) проводит повторный инструктаж вновь принятого непосредственно на месте его будущей работы и знакомит с общими правилами пожарной безопасности для

данного участка производства, с пожарной опасностью технологических установок и т. д. Повторный пожарный инструктаж проводят также с рабочими и служащими, которых переводят с одного участка работы на другой, периодически не реже одного раза в год.

Для каждого предприятия (цеха, лаборатории, мастерской, склада и т. д.) на основе Типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий разрабатывают цеховые противопожарные инструкции, в которых определены основные требования пожарной безопасности для данного цеха или участка (по содержанию территории предприятия, подходов и подъездов к источникам противопожарного водоснабжения, к зданиям и сооружениям, о порядке движения транспорта по территории предприятия, о применении открытого огня и курении и т. д.) и установлен порядок вызова пожарной охраны на случай возникновения пожара. Определяется порядок хранения ЛВЖ и ГЖ, обтирочных материалов и производственных отходов.

Чтобы привлечь инженерно-технический персонал и других работников к разработке и проведению мероприятий по пожаро-взрывобезопасности, на предприятиях создают пожарно-технические комиссии, в состав которых входят: главный инженер (председатель), начальник пожарной охраны объекта, энергетик, технолог, механик, инженер по охране труда и другие специалисты.

На предприятиях создаются также добровольные пожарные дружины (ДПД), занимающиеся предупреждением пожаров в цехах и на своих рабочих участках и имеющие на случай пожаров боевые расчеты, оснащенные пожарной техникой.

Молниезащита зданий и сооружений. Молниезащита зданий и сооружений занимает видное место при создании безопасных и безвредных условий труда, так как по данным статистики около 7 % пожаров возникает от разрядов молнии.

Ожидаемое число поражений молнией в год зданий и сооружений высотой не более 60 м, не оборудованных молниезащитой, имеющих неизменную высоту определяют по формуле

$$N = 10^6 (S + 6h_x)(L + 6h_x) n,$$

где S — ширина защищаемого здания, м; h_x — высота здания по его боковым сторонам, м; L — длина защищаемого здания, м; n — среднее число поражений молнией на 1 км² поверхности в год.

Таблица 34. Классификация зданий и сооружений по молниезащите и типы зон защиты

Здания и сооружения	Месторасположение	Категория	Тип зоны защиты
Здания и сооружения или их части с производствами, помещения которых по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) относятся к классам В-I и В-II	На всей территории СССР	I	Зона А
Здания и сооружения или их части с производствами, помещения которых по ПУЭ относятся к классам В-Ia, В-Iб, В-IIa	В местностях со средней грозовой деятельностью 10 часов в год и более	II	При ожидаемом количестве поражения молнией в год зданий и сооружений при: $N \leq 1$ — зона Б, $N > 1$ — зона А
Наружные технологические установки и открытые склады, отнесенные по ПУЭ к классу В-Iг	На всей территории СССР	II	Зона Б
Здания и сооружения с производствами, помещения которых по ПУЭ относятся к классам П-I, П-II, П-IIa	В местностях со средней грозовой деятельностью 20 ч в год и более	III	Для зданий и сооружений I и II степеней огнестойкости при $0,1 < N \leq 2$ и для III, IV, V степеней огнестойкости при $0,02 < N \leq 2$ — зона Б; при $N > 2$ — зона А
Наружные технологические установки и открытые склады, отнесенные по ПУЭ к классу П-III	То же	III	Зона Б
Дымовые трубы предприятий и котельных, водонапорные башни, вышки различного назначения высотой 15 м и более	В местностях со средней грозовой деятельностью 10 ч в год и более	III	Зона Б

Воздействия прямого удара молнии относят к первичным воздействиям молнии. Под вторичными воздействиями молнии подразумевают явления, возникающие в результате действия электромагнитного поля молнии без прямого контакта объекта с одним из каналов молнии. Вторичные

воздействия обычно разделяют на электростатическую и электромагнитную индукции и занос высоких потенциалов по металлоконструкциям, заходящим снаружи внутрь здания: рельсовым путям, эстакадам, проводам воздушных линий различного назначения, подземным трубопроводам, кабелям и другим протяженным металлическим коммуникациям. Такие заносы сопровождаются электрическими разрядами, которые могут быть источником взрыва во взрывоопасных зонах и представляют опасность для персонала.

Производственные, жилые и общественные здания и сооружения в зависимости от назначения, интенсивности грозовой деятельности в районе их местонахождения и ожидаемого количества поражений молнией в год должны иметь молниезащиту.

Существуют три категории устройства молниезащиты (I, II, III). Классификация зданий и сооружений по молниезащите и типы зон защиты приведены в табл. 34.

Зона защиты молниеотвода — это часть пространства, внутри которого здания или сооружения защищены от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зона защиты типа А имеет степень надежности 99,5 % и выше, типа Б — 95 % и выше.

Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к I, II категориям, должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации, III категории — от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные металлические коммуникации.

Для защиты зданий и сооружений от прямых ударов молнии служит молниеотвод. Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом устройство, воспринимающее прямой удар молнии и отводящее токи молнии в землю. Каждый молниеотвод независимо от типа состоит из следующих основных элементов (рис. 32): молниеприемника 1, непосредственно воспринимающего прямой удар молнии; несущей конструкции 2, предназначенной для установки молниеприемника; токоотвода 3, обеспечивающего

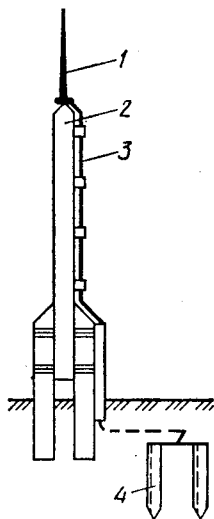


Рис. 32. Стержневой молниеотвод

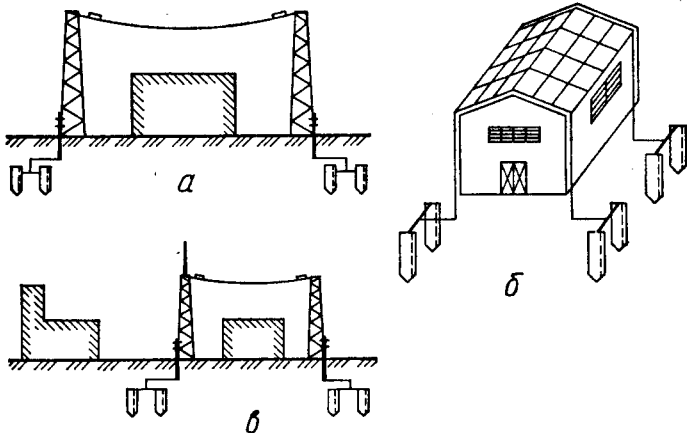


Рис. 33. Типы молниеотводов

отвод тока молнии к заземлителю; заземлителя 4, отводящего ток молнии в землю.

В современной практике молниезащиты используются следующие типы молниеотводов: стержневые (рис. 32), тросовые или антенные (рис. 33, а), сетчатые (рис. 33, б), комбинированные (например, тросово-стержневые (рис. 33, в).

Тип молниеотвода зависит от категории здания и сооружения. Здания и сооружения I категории защищаются, как правило, отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами. Высота одиночного стержневого молниеотвода при известных габаритных размерах защищаемого объекта (высоте h_x , радиусе r_x) для зоны Б определяется по формуле

$$h = (r_x + 1,63h_x)/1,5.$$

Основные параметры зоны защиты молниеотводов определяют по формулам, представленным в табл. 35. Зоны защиты приведены на рис. 34, 35.

Для защиты объекта I категории от электростатической ин-

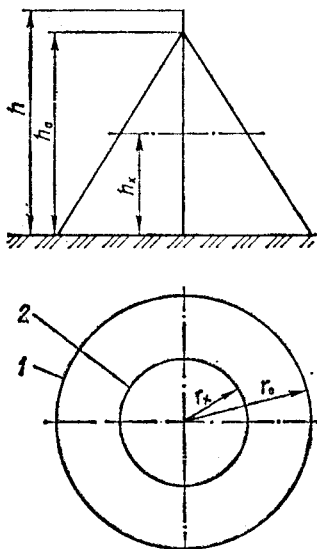


Рис. 34. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м

Т а б л и ц а 35. Зоны защиты молниеотводов

Тип молниеотвода и габариты зоны защиты	Расчетные уравнения габаритов	
	Зона А	Зона В
Одиночный стержневой молниеотвод высотой $h \leq 150$ м		
h_0 — высота зоны защиты над землей, м	$h_0 = 0,85h$	$h_0 = 0,92h$
радиус зоны защиты r_0 на уровне земли, м	$r_0 = (1,1 - 0,002h) h$	$r_0 = 1,5h$
радиус зоны защиты r_x на высоте h_x над землей, м	$r_x = (1,1 - 0,002h) \times (h - h_x/0,85)$	$r_x = 1,5 (h - h_x/0,92)$
Одиночный тросовый молниеотвод высотой $h \leq 150$ м с опорами, отстоящими друг от друга на расстоянии a , м		
высота зоны защиты h_0 , м	$h_0 = 0,85h$	$h_0 = 0,92h$
радиус торцевых областей зоны защиты r_0 на уровне земли, м	$r_0 = (1,35 + 0,0025h) h$	$r_0 = 1,7h$
ширина зоны защиты на участке между опорами S_0 на уровне земли, м	$S_0 = 2r_0$	$S_0 = 2r_0$
радиус торцевых областей зоны защиты r_x на высоте h_x над землей, м	$r_x = (1,35 - 0,0025h) \cdot (h - h_x/0,85)$	$r_x = 1,7 (h - h_x/0,92)$
ширина зоны защиты на участке между опорами S_x на высоте h_x над землей, м	$S_x = 2r_x$	$S_x = 2r_x$

дукции необходимо создание по периметру объекта подобия «клетки Фарадея» с присоединением к ее заземляющему контуру оборудования, а также металлических элементов, конструкций и коммуникаций объекта. Экранирующая «клетка» практически создается металлической кровлей объекта и вертикальными токоотводами, присоединенными к кровле через каждые 12...20 м. При неметаллическом выполнении кровли на нее накладывается металлическая сетка

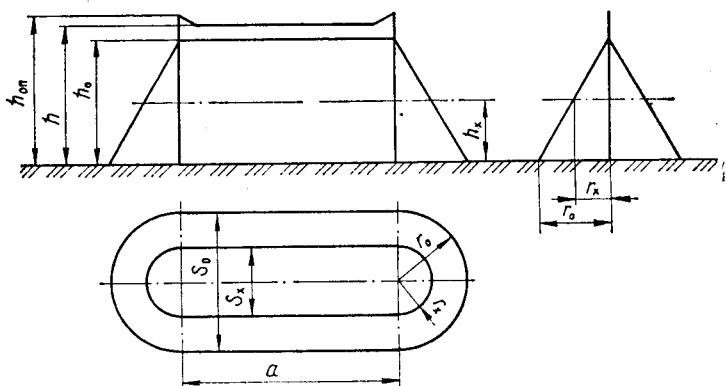


Рис. 35. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой до 150 м

из стальной проволоки диаметром 6...8 мм со сторонами ячеек не более 12 м.

Защита объектов II категории от электростатической индукции обеспечивается присоединением всего оборудования и аппаратов, находящихся в зданиях, сооружениях и в установках, к защитному заземлению электрооборудования.

Для защиты от электромагнитной индукции между трубопроводами и другими протяженными металлическими предметами (каркас сооружения, оболочки кабелей и т. д.) в местах их взаимного сближения на расстояние 10 см и меньше через каждые 20 м длины для зданий I категории и через 25...30 м для зданий II категории следует приваривать металлические перемычки, для того чтобы не допустить образования незамкнутых контуров.

Для исключения заноса высоких потенциалов в объекте I категории подземная часть молниеотводов и их заземлители должны быть расположены на определенном расстоянии от самого объекта и подземных проводящих коммуникаций. Для защиты от заноса высоких потенциалов по подземным металлическим коммуникациям (трубопроводам, кабелям) необходимо при вводе в сооружение присоединить к заземлителям защиты от электростатической индукции или к защитному заземлителю электрооборудования.

Здания первой и второй категории должны защищаться молниеотводами с импульсным сопротивлением не более 10 Ом, а третьей категории молниеотводами с импульсным сопротивлением не более 20 Ом.

Защита от производственного статического электричества. Образование статических зарядов при различных технологических процессах изготовления ЭРЭ и РЭА часто вызывает различные трудности в производстве, порчу ЭРЭ, взрывы и пожары, приводит к травмам людей и профзаболеваниям, снижению производительности труда. Возникновение зарядов статического электричества происходит при деформации, дроблении (разбрызгивании) веществ, относительном перемещении сплошных тел или слоев жидких и сыпучих материалов, находящихся в контакте друг с другом, при движении воздуха (или других газов) по трубопроводам, а также при интенсивном перемешивании, кристаллизации и испарении веществ и т. д.

В условиях взрывоопасных производств реальную опасность представляет воспламенение горючих сред искрами, возникающими при соприкосновении человека с заземленным оборудованием. На теле человека может накапливаться статическое электричество при пользовании обувью с непроводящими электричество подошвами, одеждой и бельем из шерсти, шелка и искусственных волокон, при передвижении по непроводящему покрытию пола и при выполнении ряда ручных операций с веществами-диэлектриками. Потенциал изолированного от земли человеческого тела, может достигать 7000 В и более, а максимальная энергия, освобождающаяся при искровом разряде 2,5...7,5 мДж. Такой энергии достаточно для поджигания многих газо-, паро- и даже пылевоздушных смесей (см. табл. 23).

По характеру и условиям возникновения разрядов статического электричества, характеристикам огнеопасных веществ или изделий объекты подразделяются на три класса электростатической искробезопасности (ЭСИБ):

безыскровой электризации; слабой электризации; сильной электризации.

Под электростатической искробезопасностью (ЭСИБ) понимается такое состояние объекта, при котором исключается возможность взрыва и пожара от статического электричества.

Отнесение объекта к тому или иному классу ЭСИБ производится на основе данных об электростатических и электропрочностных свойствах материалов; о геометрических параметрах объекта; об электростатической нагрузке, возникающей в процессе электризации; о чувствительности к зажигающему или инициирующему взрыв воздействию разрядов статического электричества. В ГОСТ 12.1.018-79 приведены предельно допустимые параметры для классов ЭСИБ и условия отнесения объектов к тому или иному клас-

су. Например, одним из условий отнесения объекта к классу ЭСИБ безыскровой электризации является наличие заземленного электропроводящего оборудования, в котором исключено применение веществ и материалов с удельным электрическим сопротивлением более 10^5 Ом · м и отсутствуют процессы разбрызгивания, распыления, измельчения и диспергирования. Если удельное электрическое сопротивление веществ и материалов превышает 10^8 Ом · м, то по этому условию объект относят к классу ЭСИБ слабой электризации. Для класса ЭСИБ сильной электризации допустимы разряды с линейной плотностью энергии, не превышающей 40 % от минимальной линейной плотности энергии зажигания.

Защита от накопления и опасных проявлений статического электричества основана на следующих принципах:

уменьшение процесса генерации электростатических зарядов (ограничение скорости переработки и транспортирования материалов, соответствующий подбор контактирующих пар и др.);

исключение опасных разрядов статического электричества (заземление проводящих объектов, изменение распределенной емкости неэлектризованных диэлектриков и др.);

рассеяние возникающих электростатических зарядов (увеличение проводимости самих материалов и окружающей среды).

В отдельную группу выделены способы, которые не предотвращают образования и накопления зарядов статического электричества, а направлены на то, чтобы возникший искровой разряд статического электричества не вызвал воспламенения горячей смеси.

Все накопленные к настоящему времени сведения по способам защиты от статического электричества обобщены в «Правилах защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» и ГОСТ 12.4.124-83 «ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».

По принципу действия средства коллективной защиты от статического электричества подразделяются на: заземляющие устройства, антиэлектростатические вещества, увлажняющие свойства, нейтрализаторы, экранирующие вещества (ГОСТ 12.4.124-83).

Заземление оборудования устраняет возможность накопления зарядов на проводниках и в некоторых случаях способствует процессу релаксации заряда с поверхности

диэлектрика в землю. Величина сопротивления заземляющего устройства, предназначенного только для защиты от статического электричества, не должно превышать 100 Ом. Заземление диэлектрического оборудования может быть осуществлено нанесением на его поверхность проводящих покрытий (пленок).

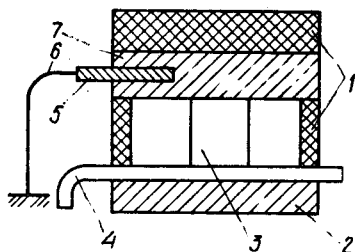


Рис. 36. Схема антистатического браслета

Для отвода в землю зарядов статического электричества с человека применяется антистатическая обувь с электропроводящей подошвой, антистатическая спецодежда, антистатический браслет (рис. 36) и предусматривается устройство электропроводящих полов. Антистатический браслет предназначен для отвода зарядов статического электричества. Браслет содержит корпус 1, выполненный из изоляционного материала, металлическое основание 2 и верхний металлический электрод — 7. Между металлическим основанием и электродом расположено нелинейное сопротивление 3. С помощью съемного штыря 5 и гибкого проводника 6 браслет заземляется. Он надевается на запястье руки с помощью ремня 4. Конструкция нелинейного сопротивления подобрана таким образом, что при напряжении на теле защищаемого человека до 1 кВ сопротивление имеет величину порядка 3...4 МОм. Электростатические заряды в этом случае не стекают по созданной браслетом цепи. При достижении потенциала до 2 кВ его сопротивление резко уменьшается и электростатические заряды полностью стекают на землю. При этом ток через человека не превышает предельно допустимых значений.

Эффективным способом устранения опасной электризации является увлажнение и антистатическая обработка (присадки), вызывающие увеличение объемной или поверхностной проводимости вещества. В качестве присадок применяют олеат и диолеат хрома, хромистые соли синтетических жирных кислот и некоторые другие вещества.

В производственных условиях широко применяются нейтрализаторы статического электричества, способствующие увеличению электропроводности воздуха путем его ионизации. Наибольшее распространение получили индукционные, высоковольтные и радиоактивные нейтрализаторы. Существуют также лучевые и аэродинамические нейтрализаторы.

§ 5.1. Правовые и организационные аспекты охраны окружающей среды

Научно-технический прогресс и окружающая среда. В понятие «окружающая среда» (ОС) входят все естественные элементы и участки природы, измененные деятельностью человека (населенные пункты, сельскохозяйственные угодия, водохранилища и др.). Под природными ресурсами понимаются объекты, условия и процессы, которые используются или могут быть использованы в общественном производстве для удовлетворения материальных, научных и культурных потребностей общества.

Природные ресурсы делят на *неисчерпаемые* и *исчерпаемые* (рис. 37).

К *неисчерпаемым ресурсам* относятся космические (солнечная радиация и энергия морских приливов и отливов и

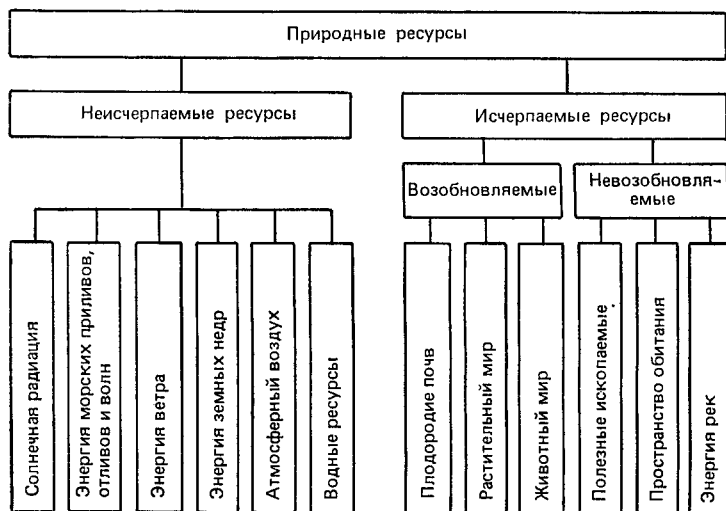


Рис. 37. Классификация природных ресурсов Земли

волн) и климатические (энергия ветра и земных недр) энергетические ресурсы. С учетом огромных масс воздушной и водной сред планеты к неисчерпаемым ресурсам могут быть отнесены атмосферный воздух и водные ресурсы. Однако такое отнесение является условным, так как под влиянием хозяйственной деятельности человека (антропогенное влия-

ние) химический состав и физическое состояние атмосферы и гидросферы начали изменяться, что может привести к потере их биологической ценности и возможности использования. В связи с этим необходимо выполнять определенный комплекс работ по поддержанию чистоты воздуха и воды.

К *исчерпаемым ресурсам* относятся возобновляемые и невозобновляемые. Возобновляемые ресурсы те, которые по мере использования могут восстанавливаться. Восстановление этих ресурсов происходит с различной скоростью: для образования 1 см гумусового слоя почвы требуется около 600 лет, для восстановления вырубленного леса — десятки лет, а популяции охотничьих животных — до 10 лет. Следовательно, темпы расходования возобновляемых ресурсов должны соответствовать темпам их восстановления. Невозобновляемые ресурсы — те, которые не восстанавливаются совсем или восстанавливаются медленнее, чем идет их использование в обозримый период. К таким ресурсам относятся полезные ископаемые, использование которых приводит к истощению месторождений. Охрана их должна состоять в экономии, рациональном и комплексном использовании, предусматривающем минимальные потери. Кроме того, к невозобновляемым ресурсам относится пространство обитания человека.

Энергетические ресурсы рек определяются разностью высотных отметок различных участков русла и также являются конечными.

В период научно-технического прогресса воздействие человека на биосферу нашей планеты, ее структуру и энергетику поистине всеобъемлющее.

Из недр земли ежегодно добывается 4 км³ горных пород, выбрасываются в атмосферу сотни миллионов тонн газов и паров, твердых и жидких взвешенных частиц (пыли, дыма, туманов).

В результате неравномерного распределения промышленности на северное полушарие приходится 93,5 % выбросов, а на южное — только 6,5 %. Все больше используется «приходная часть» возобновляемых ресурсов: лес, рыба, пресная вода. Около 10 % площади земной поверхности преобразовано в связи со строительством городов, дорог, трубопроводов, вырубкой лесов, распашкой степей, орошением и осушением земель. Гидротехнические сооружения (плотины, каналы, искусственные водоемы) за десятилетия изменяют свойства рек намного больше, чем естественные процессы за десятки тысяч лет.

Пагубное влияние на ОС оказывает милитаризация экономики США и их партнеров по НАТО, изготовление, испытание и хранение ими большого количества ядерного, химического и бактериологического оружия массового уничтожения, сброс радиоактивных и токсичных отходов в воды Мирового океана, а также их агрессивные военные действия.

Нарастающее загрязнение ОС при очевидной невозможности локализации этих явлений придает проблеме охраны ОС глобальное значение. Отсюда появляется необходимость международного сотрудничества и принятия всеобщих радикальных мер, направленных на предохранение биосферы от загрязнения, рационального использования богатств и повышения продуктивности Земли. Это сотрудничество возможно и рационально только при условии мира на Земле.

В свою очередь, безусловная значимость международных мер по охране ОС — важнейший аргумент в пользу мирного сосуществования, последовательного разоружения и сотрудничества народов всей планеты.

В Советском Союзе и странах социалистического содружества для гармонического сочетания интересов человека и природы делается очень многое. Используя преимущества социалистического строя, СССР целенаправленно осуществляет широкий круг мер по обеспечению рационального использования природных богатств по охране ОС.

Правовые аспекты охраны окружающей среды в СССР. Организация государственной охраны ОС в нашей стране строится на основе общесоюзных законов об охране природы и соответствующих законов союзных республик. Первый закон об охране природы в РСФСР был принят Верховным Советом РСФСР 27 октября 1960 г. Аналогичные законы были приняты и в других союзных республиках, в том числе и Закон об охране природы Украинской ССР. Согласно этим законам объектами охраны природы являются земля, недра, воды, леса, зеленые насаждения в населенных пунктах, типичные ландшафты, курортные местности, лесопарковые защитные пояса и пригородные зеленые зоны, редкие и достопримечательные объекты, животный мир, атмосферный воздух.

Законы об охране природы предусматривают строгую ответственность (дисциплинарную, административную или уголовную) как для руководителей ведомств и предприятий, так и отдельных граждан за порчу или неправильное использование природных ресурсов.

Верховным Советом СССР приняты важнейшие Законы по защите природной среды: «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1968 г.), «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении» (1969 г.), «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1970 г.), «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах» (1975 г.), «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1977 г.), «Закон СССР об охране атмосферного воздуха» (1980 г.), «Закон об охране и использовании животного мира» (1980 г.).

Особо важное значение имело принятое ЦК КПСС и Советом Министров СССР 29 декабря 1972 г. Постановление «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов». Этим постановлением предусмотрено совершенствование методов планирования и осуществления хозяйственных мероприятий по охране ОС. В соответствии с этим постановлением в государственные планы развития народного хозяйства СССР с 1975 года включен самостоятельный раздел по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, в котором обобщаются задания по охране воздушного бассейна, водных и лесных ресурсов, предусматривается ввод в действие очистных сооружений и внедрение систем оборотного водоснабжения.

Конституция СССР 1977 года провозгласила, что государство берет на себя заботу об охране природы. В статье 18 говорится: «В интересах настоящего и будущего поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды». Статья 67 Конституции обязывает граждан СССР беречь природу и охранять ее богатства. Ряд статей Конституции (73, 131, 147) определяют права и обязанности органов государственной власти и управления в деле охраны природы.

В Программе КПСС подчеркивается, что в улучшении жизни народа все большее значение приобретает гармоничное взаимодействие общества и природы, человека и ОС. Социалистическое общество, сознательно строящее свое будущее, осуществляет планомерное, бережное природопользование и занимает авангардные позиции в борьбе человечества за сохранение и умножение природных ресурсов планеты. Партия считает необходимым усилить контроль

за природопользованием, шире развернуть экологическое воспитание населения.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года, принятых на XXVII съезде КПСС, охране ОС и рациональному использованию природных ресурсов посвящен отдельный раздел, в котором определены основные пути решения проблемы по повышению эффективности мер охраны ОС, контроля за состоянием природной среды, ставится задача расширения форм и методов участия в этой работе общественных организаций и воспитания у советских людей чувства высокой ответственности за сохранение и приумножение природных богатств, бережливое их использование.

В нашей стране действует единая система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов, имеющих силу закона. Система включает девять взаимосвязанных комплексов — ГОСТов на охрану водных объектов, флоры и фауны, защиту атмосферы и почвы от загрязнений и эрозии, на рациональное использование земель и недр, а также организационно-методические стандарты, определяющие общие положения охраны ОС. Наряду с государственными стандартами разрабатываются и внедряются республиканские, отраслевые стандарты и стандарты предприятий.

Организация природоохранной работы на предприятии. Общее руководство природоохранной работой на предприятии осуществляет директор, а также руководители отделов по планированию, финансированию, капитальному строительству, подбору и расстановке кадров. Директор отвечает за работу по охране ОС перед советскими и партийными органами и отчитывается на заседаниях постоянных комиссий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов районных, городских и областных Советов народных депутатов.

Главный инженер предприятия руководит освоением производства новой продукции, введением новой техники и современных технологических процессов, работами по снижению отходов производства и рациональному использованию природных ресурсов.

Все вопросы охраны ОС решаются в техническом отделе при разработке технической документации, выборе сырья, материалов, оборудования и технологического процесса, при решении вопросов по сокращению или ликвидации отходов производства. Вопросы природоохранной деятельно-

сти предприятия решаются техническим отделом совместно с другими службами предприятия. Службы главного механика и главного энергетика осуществляют контроль и следят за исправностью очистительных сооружений и систем.

В зависимости от размеров предприятия и степени загрязнения ОС отходами непосредственно природоохранная работа может выполняться неспециализированными подразделениями (технический или производственный отдел, отдел охраны труда и др.), инженерами по охране ОС в составе производственно-технических отделов, службами при отделе главного энергетика или специализированными отделами охраны природы в подчинении главного инженера.

Природоохранная работа проводится также специализированными службами: санитарно-гигиенической, промышленно-санитарной лабораторией, лабораторией сточных вод и газовых выбросов, цехом очистных сооружений, цехом по переработке твердых отходов и их захоронению, цехом нейтрализации и очистки сточных вод и др., количество которых зависит от размера и специфики предприятия.

Оперативное управление природоохранной работой включает организацию наблюдения за качеством ОС; текущий контроль за правильностью технологических режимов, связанных с воздействием на ОС; общий контроль за работой очистных сооружений; руководство специализированными цехами; разработку и контроль выполнения природоохранных мероприятий и др. При непосредственном участии отдела охраны природы на каждом предприятии действует первичная организация Всесоюзного общества охраны природы.

Природоохранные мероприятия с 1977 г. планируются в виде самостоятельного раздела в текущих, пятилетних и долгосрочных планах промышленных предприятий, объединений и вышестоящих организаций, в основном по отраслевому признаку. Все эти мероприятия группируются по следующим направлениям: охрана и рациональное использование водных ресурсов, охрана воздушного бассейна, охрана и рациональное использование земель, охрана и рациональное использование минеральных ресурсов.

Оценка эффективности природоохранной деятельности должна осуществляться по конечному результату. Положительный результат от природоохранных мероприятий оценивается по уменьшению поступления отходов в ОС. Эти мероприятия не только снижают, но и предотвращают возможное загрязнение ОС.

За нарушения законов по охране ОС на предприятии к должностным лицам и рядовым работникам могут применяться следующие виды ответственности (аналогично ответственности за нарушение законодательства по охране труда): административная, дисциплинарная, материальная и уголовная, а за хорошую организацию работы по охране ОС — соответствующие поощрения.

§ 5.2. Мероприятия по охране окружающей среды

Охрана атмосферного воздуха. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха являются промышленные предприятия, тепловые электростанции, автотранспорт, самолеты и сельскохозяйственное производство. Ежегодно в атмосферу планеты выбрасывается 200 млн. т оксида углерода, 151 млн. т оксида серы, свыше 500 млн. т оксидов азота, более 500 млн. т различных углеводородов, более 250 млн. т мелкодисперсных аэрозолей (пыли) и многих других веществ.

Из отраслей промышленности наибольшей загрязняющей способностью обладает черная металлургия. Эти предприятия выбрасывают в атмосферу пыль, сернистый газ, соединения марганца, мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца и других металлов. Особенностью выбросов цветной металлургии являются токсические пылевидные вещества (соединения свинца, мышьяка и др.) и соединения фтора. В угольной промышленности источниками загрязнения атмосферы является горение отвалов пустой породы (терриконников), при котором образуются оксиды углерода и сернистый газ. Воздушные выбросы нефтеперерабатывающей промышленности содержат углеводороды, сероводород, стирол, толуол, ацетон и др. Состав выбросов химической промышленности весьма разнообразен: диоксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид, аммиак, органические вещества, сероводород, сероуглерод, хлористые и фтористые соединения, пыль неорганических производств и др. Производство строительных материалов сопровождается значительными выбросами пыли в атмосферу. Тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу около 30 % общего количества всех вредных выбросов промышленности. Эти выбросы содержат диоксиды углерода и серы, оксиды азота, пары воды и большое количество летучей золы.

Сжигая огромное количество нефтепродуктов, автомобили наносят ощутимый вред ОС и здоровью населения.

Автомобильные выхлопные газы — смесь около 200 веществ, в том числе оксид и диоксид углерода, альдегиды, углеводороды и соединения свинца.

Загрязнение атмосферы оказывает неблагоприятное влияние на человека, флору, фауну, сооружения, транспортные средства и климат Земли.

Особенно неблагоприятное влияние на людей, флору и фауну оказывают смоги — густые туманы, содержащие пыль и вредные газы. Смоги образуются в больших промышленных городах. Например, лондонский смог в декабре 1952 года за 3...4 дня погубил более 4 тыс. человек. Неблагоприятное положение сложилось в Лос-Анджелесе, где с 30-х годов в теплое время года (летом и ранней осенью) стал появляться сухой туман с влажностью около 70 %. Этот туман называют фотохимическим смогом. Причиной его образования является сильное загрязнение городского воздуха газовыми выбросами предприятий химической промышленности и выхлопными газами автомобилей. Фотохимический смог вызывает воспаления слизистых оболочек, обострение легочных и различных хронических заболеваний, гибель домашних животных и птиц, увядание растений, коррозию металлов, разрушение строительных материалов, растрескивание красок и синтетических изделий, порчу одежды. Вследствие плохой видимости нарушается работа транспорта. Фотохимическому смогу подвержены многие крупные зарубежные города: Нью-Йорк, Чикаго, Детройт, Милан, Токио и др. В Советском Союзе явлений, подобных фотохимическому смогу, не наблюдалось.

Увеличение задымленности (запыленности) атмосферы ведет к ухудшению микроклимата: увеличению числа туманных дней, уменьшению прозрачности атмосферы и, как результат, снижению видимости, освещенности и ультрафиолетовой радиации. Увеличение содержания углекислого газа вызывает «парниковый эффект» — существенное повышение температуры поверхности Земли и приповерхностного слоя воздуха в результате снижения теплового излучения Земли.

Защита воздушного бассейна от загрязнений в СССР регламентируется предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов, предельно допустимыми выбросами вредных веществ и временно согласованными выбросами вредных веществ от источников загрязнения. ПДК для загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, утвержденная Главным государственным санитарным врачом СССР

Т а б л и ц а 36. Предельно допустимые концентрации некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³		Класс опасности
	максимальная разовая	среднесуточная	
Азота двуокись	0,085	0,085	2
Ацетон	0,35	0,35	4
Бензол	1,5	0,8	2
Ртуть металлическая	—	0,0003	1
Свинец и его соединения	—	0,0003	1
Углерода окись	3,0	1,0	4
Хром шестивалентный	0,0015	0,0015	1
Флюс канифольный активированный (ФКТ)	0,3	0,3	4

1 августа 1978 года, содержит 200 веществ. Гигиенические нормативы установлены для более 600 веществ и 33 комбинаций атмосферных загрязнений. Для каждого загрязняющего атмосферный воздух вещества установлены два норматива: максимально разовая и среднесуточная ПДК (табл. 36). Максимально разовая ПДК устанавливается для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, изменение активности головного мозга и др.) при кратковременном (до 20 мин) воздействии атмосферных загрязнений, а среднесуточная — с целью предупреждения их общетоксического влияния.

Для успешного решения проблемы охраны атмосферного воздуха в нашей стране разработаны средства комплексного контроля загрязнения воздуха (ЗВ): комплексные лаборатории для анализа ЗВ, стационарные и передвижные лаборатории для контроля ЗВ в городах и промышленных центрах, автоматизированные станции контроля ЗВ и автоматизированные системы управления интенсивностью ЗВ (АСУИЗВ) (рис. 39). АСУИЗВ состоит из системы контрольно-замерных станций (КЗС) и центрального диспетчерского пункта управления (ЦДПУ). КЗС содержат автоматические датчики содержания оксида, диоксида и суммы оксидов азота, суммы углеводородов, оксида углерода, сернистого газа и озона в атмосферном воздухе, скорости и направления ветра, температуры точки росы. ЦДПУ включает информационно-вычислительный центр (ИВЦ), модель источников ЗВ

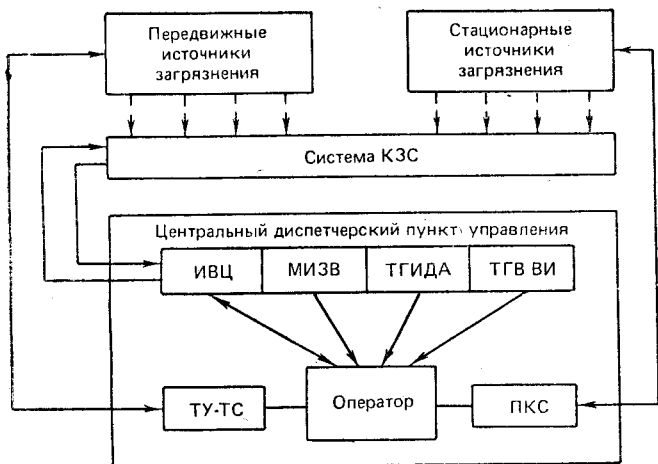


Рис. 39. Блок-схема автоматизированной системы управления интенсивностью загрязнения атмосферного воздуха

(МИЗВ), табло-график интенсивности движения автотранспорта (ТГИДА) и суточное табло-график выделения вредных ингредиентов отдельными источниками (ТГВВИ). МИЗВ представляет собой мнемосхему контролируемого района города с отображением мест расположения источников ЗВ со световой индикацией тех источников, которые загрязняют атмосферу в данный момент, и световой индикацией розы ветров. Оператор связан прямыми каналами связи (ПКС) со стационарными источниками загрязнения (диспетчером или дежурным по предприятию) и системой телеуправления-телесигнализации (ТУ-ТС) со специальными светофорами для регулирования интенсивности движения автотранспорта по магистрали. Таким образом, он может регулировать интенсивность поступления загрязнений в атмосферу.

Охрана атмосферного воздуха достигается очисткой выбросов предприятий, снижением выбросов автотранспорта, выделением санитарно-защитных зон и применением безотходных производств.

Очистка выбросов от пыли может быть грубой (когда задерживается крупная пыль с размером частиц более 50 мкм), средней (задерживается пыль от 10 до 50 мкм) и тонкой (задерживается пыль до 10 мкм). Для обеспыливания выбросов применяют пылеулавливающие устройства, которые можно разделить на две группы — улавливающие частицы пыли в сухом состоянии («сухие» аппараты) и газопромыва-

тели, в которых пыль улавливается после увлажнения («мокрые» аппараты). Сухие пылеулавливатели более совершенны и, кроме того, позволяют возвратить уловленную пыль в производство.

К основным типам аппаратов для сухой очистки относятся циклонные сепараторы, тканевые фильтры и электрофильтры. В циклонных сепараторах используются центробежные силы, благодаря которым пылинки сохраняют прямолинейное движение после того, как содержащий их газ застаивается и перемещается по нисходящей спирали. Такие сепараторы используют при достаточно высокой концентрации о носителе крупной пыли (около 25 мкм) и требуемая степень обеспыливания не превышает 90 %.

Для освобождения от пыли относительно небольших газовых потоков с мелкодисперсной пылью используются тканевые фильтры. Они выполняются в виде рукавов с закрытыми «манжетами» или мешков, внутрь которых подается очищаемый газ. Их эффективность достигает 90 % даже в случае фильтрации частиц диаметром 0,5 мкм.

Для тонкой очистки больших объемов газов широко используются электрофильтры, принцип работы которых состоит в зарядении частиц в сильном электрическом поле, в результате чего они приобретают одинаковый заряд и перемещаются к электроду, имеющему заряд противоположного знака, оседая на нем.

Очистка выбросов от газов достигается применением *абсорбционных и адсорбционных методов*.

Абсорбционные методы основаны на поглощении вредных примесей жидкостями. Контакт газов с жидкостью осуществляется в специальных аппаратах — абсорберах, в которых газ и жидкость движутся противопотоком. В основе абсорбционных процессов лежит не просто процесс растворения газа в жидкости, а химическое взаимодействие между содержащимися в газах вредными веществами и компонентами поглощающего раствора или суспензии. Например, для улавливания сернистого ангидрида применяется реакция сернистого газа со щелочными растворами. Абсорбционные методы отличаются простотой, надежностью и высокой степенью очистки, однако связаны с применением громоздкой аппаратуры и трудностью утилизации получаемых растворов.

Адсорбционные методы очистки основаны на поглощении вредных примесей поверхностью твердых тел (адсорбентов). Важной особенностью адсорбции является то, что процесс протекает без изменения химической природы поглощаю-

щихся веществ и адсорбента. Это позволяет возвращать поглощенные газы в производство и многократно использовать адсорбент.

Другими методами очистки газовых выбросов являются окисление (непосредственное сжигание в пламени, сжигание в пламени других горючих веществ или окисление с помощью катализаторов) и использование реакций восстановления или разложения.

Для некоторых производств (например, ТЭЦ, металлургических заводов и др.) достаточно эффективным решением вопроса охраны атмосферного воздуха является сооружение фильтров-уловителей и дымовых труб. Дымовые трубы позволяют отводить продукты горения (вредные газы и твердые частицы) в верхние слои атмосферы и рассеивать их на больших территориях. Например, труба высотой 100 м позволяет рассеивать вредные вещества радиусом 20 км до безвредной для человека концентрации, а при высоте трубы до 250 м радиус рассеивания увеличивается до 75 км.

Для защиты атмосферного воздуха от загрязнения выбросами автомобильного транспорта рекомендуются нейтрализаторы выхлопных газов, улавливающие оксид углерода и углеводороды; оснащение автомобилей дизельными двигателями, в выхлопных газах которых почти не содержится оксида углерода и углеводородов, отсутствие соединений свинца, которые дают значительную экономию горючего; перевод автомобилей на сжатый и сжиженный газ; регулирование интенсивности потоков движения городского транспорта и применение градостроительных мероприятий (в первом ряду от магистрали располагаются здания пониженной этажности, затем — повышенной, а в глубине — детские и лечебно-профилактические учреждения).

Предприятия или их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в атмосферный воздух вредных и неприятно пахнущих веществ, отделяют от жилой застройки санитарно-защитными зонами (лесными полосами или участками земли, разделяющими предприятия и жилые массивы). Размеры санитарно-защитных зон в зависимости от класса предприятия (для I класса — 1000 м, для V класса — 50 м) устанавливаются по Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий СН 245-71. В пределах санитарно-защитных зон не разрешается размещение спортивных сооружений, парков, детских учреждений, школ и т. д.

Наиболее эффективным мероприятием по охране атмосферного воздуха является создание и внедрение безотход-

ных технологических процессов и промышленных предприятий. В первую очередь это относится к металлургическим и химическим предприятиям (бездоменный способ получения чугуна, электрометаллургия и др.).

Охрана водных ресурсов. Среди природных ресурсов вода занимает особое место: именно в водной среде возникла жизнь на Земле, вода входит в состав всех живых организмов и является ресурсом, без которого невозможна хозяйственная деятельность человека, из общей площади земного шара (510 млн. км²) 70,8 % занимают океаны и моря. Запасы воды на Земле велики — около 1,4 млрд. км³, однако около 96 % этого объема приходится на соленые воды Мирового океана. Запасы пресной воды незначительны — около 35 млн. км³, причем около 70 % ее сконцентрировано в ледниках, почти 30 % мировых запасов составляют подземные воды, из которых доступна только небольшая доля, часть воды находится в почве, в атмосфере, в живых организмах. Воды рек, озер и болот составляют незначительную часть гидросферы — менее 200 тыс. км³ (или менее 0,02 %). В Советском Союзе водные ресурсы, кроме ледников, составляют около 35 тыс. км³. Однако запасы водных ресурсов лучше всего характеризует величина среднегогодового стока рек. По его объему (4384 км³) СССР занимает второе место в мире после Бразилии.

Потребление воды человечеством постоянно растет. Полное использование в материальном производстве всех имеющихся водных ресурсов неприемлемо для человечества, так как в этом случае создадутся условия, неприемлемые для существования жизни на Земле. В условиях увеличения объемов водопотребления и сброса в водоемы отработанных загрязненных вод главная опасность заключается в ухудшении их качества. В реки и другие водоемы ежегодно сбрасывается свыше 450 км³ сточных вод, при этом около половины из них без предварительной очистки. Существенным отличием воды от других природных ресурсов является способность ее возобновления вследствие естественного круговорота, связывающего гидросферу с атмосферой, литосферой и биосферой (рис. 40). Однако для того, чтобы воды сохранили свою самоочищающую способность, необходимо не менее чем десятикратное разбавление стоков чистой водой.

Основными источниками загрязнения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, а также животноводческих комплексов; смыв дождевыми и талыми водами загрязнений

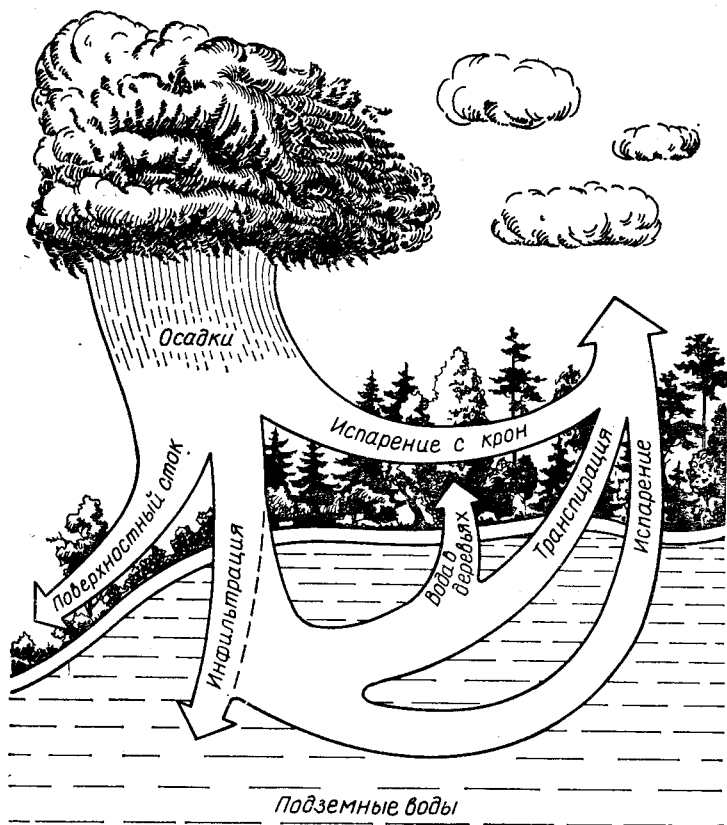


Рис. 40. Круговорот водных ресурсов

с городских территорий и полей, загрязнения из атмосферы, поступающие с осадками.

Сточные воды промышленных предприятий содержат самые различные вредные вещества. В сточных водах приборостроительных и машиностроительных предприятий содержатся соли различных металлов (меди, никеля, хрома, кадмия и др.), а в сточных водах гальванических цехов — цианиды. Сточные воды предприятий химической промышленности являются наиболее опасными, так как содержат сложные органические вещества. Сточные воды городов загрязнены продуктами жизнедеятельности населения, моющими средствами, красителями, а также сбрасываемыми в канализацию отходами промышленных предприятий.

В последние годы в качестве загрязнителей распростра-

нились синтетические поверхностно-активные вещества — мыло, моющие средства, смачиватели и эмульгаторы, широко используемые в быту и технологических процессах. К особой группе загрязнителей относят пестициды — ядохимикаты в результате смыва с полей и попадания из воздуха при распылении самолетами. Эти вещества губительны для всех живых организмов водоемов.

По фазово-дисперсному состоянию в воде все загрязнители разделяются на растворимые, коллоидные и нерастворимые вещества, а по происхождению — на минеральные, органические и бактериальные. К минеральным относятся твердые взвеси (песок, глина, шлаки) и растворы кислот, щелочей, солей. Органические загрязнители в своем составе содержат углерод, азот, фосфор, серу, калий и другие вещества. Они образуются в водоемах в результате протекающих биологических процессов как продукт жизнедеятельности живых существ и разложения их остатков, а также поступают с дождевыми и талыми водами, смывающими удобрения с полей. Распространенными органическими загрязнителями являются нефть и нефтепродукты. Органические загрязнения создают хорошую питательную среду для развития бактерий, вирусов, грибов и других микроорганизмов, очень опасных для человека.

Особым видом загрязнения является тепловое, источником которого служат сбросы теплых вод электростанций. Особо опасными являются радиоактивные вещества, попадающие в водоемы с атмосферными осадками.

Согласно требованиям санитарной службы для хозяйственно-питьевого водоснабжения и других видов водопотребления, имеющих отношение к здоровью людей, может использоваться только та вода, качество которой отвечает требованиям государственных стандартов и правил по охране вод от загрязнения, разработанных в соответствии с Основами водного законодательства Союза ССР и союзных республик. Действующий государственный стандарт качества питьевой воды содержит 633 норматива, определяющих как общие показатели качества воды (табл. 37), так и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, при которых они не оказывают отрицательного влияния на человека.

Очистка сточных вод — это разрушение или удаление из них определенных веществ, а обеззараживание — удаление из сточных вод болезнетворных микроорганизмов. Для очистки сточных вод применяются очистные сооружения. Для очистки городских и производственных сточных вод приме-

Таблица 37. Общие требования к качеству воды

Показатели качества воды	Хозяйственно-питьевое водоснабжение и водоснабжение пищевых предприятий	Для купания, спорта и отдыха населения, а также для водоемов в черте населенных мест
Содержание взвешенных веществ	не более, чем на 0,25 мг/л	0,75 мг/л
Наличие плавающих примесей (веществ)	на поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопление других примесей	
Запах, привкус	вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыб; не должна приобретать запахи и привкусы интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемых: непосредственно или непосредственно при последующем хлорировании	
Окраска	не должна обнаруживаться в столбике высотой 20 см	10 см
Реакция	не должна выходить за пределы 6,5—8,5 рН	
Минеральный состав	не должен превышать по сухому остатку 1000 мг/л, в т. ч. хлоридов — 350 мг/л, сульфатов — 500 мг/л	нормируется по показателю «Привкусы»
Наличие возбудителей заболеваний	вода не должна содержать возбудителей заболеваний; сточные воды, содержащие возбудителей заболеваний, должны подвергаться обеззараживанию после соответствующей очистки	
Наличие ядовитых веществ	вода не должна содержать такие концентрации, которые могут оказывать вредное действие на организм и здоровье населения	

няются механический, биологический и физико-химический метод очистки. Нерастворимые примеси выделяют в отстойных сооружениях, а также применяют гидроциклоны, центрифуги, фильтры и флотаторы. Универсальный метод удаления органических веществ — биологический. Для этого метода очистки сооружаются аэротенки, биофильтры, окситенки и флототенки. Из физико-химических методов очистки применяются коагуляция, окисление, сорбция, ионообмен и экстракция. Этими методами удаляют из сточных вод биологически трудноокисляемые органические соединения, ионы тяжелых металлов, растворенные минеральные соли,

щелочи, кислоты, биогенные соединения, а также токсичные соединения.

Важным направлением охраны водных ресурсов является охрана малых рек. В условиях интенсивного воздействия на качественное состояние водных ресурсов необходимо создание автоматизированных систем управления водохранных комплексов (АСУ ВК).

Охрана и рациональное использование земли и недр.

Почва — это поверхностная плодородная часть земной коры, сформировавшаяся в результате длительного воздействия влаги, воздуха, тепла, растительных и животных организмов на поверхностный слой грунта. Важнейшее свойство почвы — плодородие, т. е. способность обеспечивать растения влагой и питательными веществами.

Менее $\frac{1}{3}$ площади поверхности Земли составляет суша — континенты и острова; 90 % этой территории (134 млн. км²) является пространством обитания человека, а 10 % — необитаемые ледники. Земельные ресурсы нашей страны велики, но не беспредельны: на сельскохозяйственные угодия приходится около 6,09 млн. км². Общая земельная площадь УССР 604 тыс. км², в том числе сельскохозяйственные угодия 420 тыс. км² (из них пахотные земли 342 тыс. км², сенокосы 20,6 тыс. км² и пастбища 45,9 тыс. км²).

Рост численности населения (ежегодный прирост составляет около 80 млн. чел., по данным ООН население Земли 5 млрд. чел., а к 2000 году составит 6,1 млрд. чел.; в СССР к 2000 году ожидается 330 млн. чел.) и технический прогресс увеличивают антропогенную нагрузку на земельные ресурсы и требуют увеличения продуктов питания, основным поставщиком которых являются сельскохозяйственные угодия. За последнюю тысячу лет на земном шаре утрачено около 2 млрд. га продуктивных земель («исчезающие поля»), а современная площадь пахотных земель составляет всего 1,5 млрд. га. 1 % поверхности суши (около 150 млн. га) занимают бедленды — земли, полностью или частично потерявшие продуктивность вследствие нерационального использования. В последнее время наблюдается непрерывное сокращение сельскохозяйственных угодий в результате разрушения почвы (эрозии, засоления, опустынивания, заболачивания, селей, оползней, обвалов и загрязнений) и прямого сокращения площадей.

Эрозия — разрушающее действие воды, ветра и антропогенных факторов на почву и подстилающие породы. Около 150 млн. га пашни нашей страны нуждается в защите от водной эрозии и 30...40 млн. га от ветровой. Защита почвы от

эрозии требует применения целого комплекса защитных мероприятий.

Засоление — процесс накопления солей Na, Ca и Mg в почве в недопустимых концентрациях. Особенно распространено вторичное засоление — соленакопление в результате неправильного полива и фильтрации воды.

Опустынивание — превращение аридных земель в бесплодные пустыни; в СССР массивы подвижных песков пустынь закрепляют и осваивают.

Заболачивание — это избыточное увлажнение почвы. Наблюдается вблизи каналов и искусственных водохранилищ на Украине, в Прибалтике, Белоруссии и других районах. Для осушения применяется дренаж.

Сели — грязевые или грязекаменные потоки, возникающие в руслах горных рек вследствие резкого паводка. Скорость потока достигает 10 м/с и более, а объем выбросов — до миллионов кубических метров массы. Методы борьбы с селями: стимулирование растительного покрова на склонах, расчистка скоплений рыхлых пород, стабилизация русел горных рек системами противоселевых плотин.

Оползни — скользящее смещение горных масс вниз по склону в результате их увлажнения, сейсмических толчков и деятельности человека.

Обвалы — отрыв и падение значительных масс горных пород на склонах гор. Меры борьбы с оползнями и обвалами следующие: дренажные сооружения, закрепление склонов сваями, насаждение растительности.

Загрязнение — покрытие поверхности или пропитывание почвы отходами производственной или хозяйственной деятельности человека. В результате деятельности человека возникают очаги «индустриальной пустыни» — участки, где почва загрязнена отбросами и отходами промышленности. Отбросы в отличие от отходов состоят только из остатков хозяйственной деятельности человека, которые не могут быть использованы и подлежат уничтожению. Промышленные отходы целесообразно использовать или перерабатывать. Перспективное направление производства — безотходные и малоотходные технологии.

Отторжение — передача сельскохозяйственных площадей или лесных угодий для сооружения городов, предприятий, транспортных магистралей, трубопроводов, карьеров и других нужд.

Плодородные земли, на которых в результате хозяйственной деятельности человека уничтожена растительность, разрушен почвенный покров или изменен рельеф местности,

называются нарушенными. Чтобы получить возможность вновь использовать такие земли, их необходимо восстановить — рекультивировать. В СССР выполняется большой объем рекультивации (более 100 тыс. га в год, в т. ч. на Украине — более 20 тыс. га в год). Стоимость рекультивации 1 га земель меняется в широких пределах — от 300 до 13 тыс. рублей (по УССР — от 1000 до 4500 рублей).

Недрами называют верхнюю, доступную часть литосферы. Недра используются для добычи полезных ископаемых (ПИ), хранения жидких и газообразных ПИ, размещения сооружений и транспортных коммуникаций, захоронения отходов и сброса сточных вод.

Полезные ископаемые относятся к невозобновимым ресурсам и их добыча достигает огромных цифр (около 150 млрд. т горных пород, в том числе более 20 млрд. т ежегодно; к 2000 году ожидается 4...6-кратное увеличение этого количества). При этом происходит прогрессирующее истощение запасов ПИ, а также их структурные изменения.

Практически вся продукция горной промышленности приходится на 20 стран мира. Главными потребителями ПИ являются СССР и США, на долю которых приходится соответственно 27...28 % и 22...24 % мирового производства. СССР является единственной страной мира, почти полностью обеспеченной минеральными ресурсами, и занимает первое место в мире по разведанным запасам и добыче угля, железных и марганцевых руд, калийных солей и др. За годы Советской власти в УССР разведано более семи тысяч месторождения ПИ, из которых более 4,5 тыс. разрабатывается в настоящее время. На долю УССР приходится 17,5 % общесоюзных запасов каменного угля, 31,6 железной руды и 82,4 марганцевой руды.

В Основах законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах выдвинуты основные требования по охране недр и рациональному использованию ПИ. Вся система этих мероприятий разделяется на четыре направления: полное извлечение ПИ из недр; полное извлечение основного компонента при переработке ПИ; комплексное использование добываемых ПИ, пород и образующихся отходов предприятий; охрана неиспользуемых ПИ в недрах. Наиболее перспективной является безотходная технология разработки и использования ПИ.

Защита населения от шума. Основными источниками шума в городах и других населенных пунктах является автотранспорт, рельсовый и воздушный транспорт и промышленные предприятия.

Автотранспорт создает уровни шумов на улицах от 82 до 95 дБА. Уровень уличного шума определяется интенсивностью, скоростью и характером (составом) транспортного потока, а также зависит от планировочных факторов (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки), покрытия проезжей части и наличия зеленых насаждений. Автомобили создают на территории промышленных городов значительные уровни шума, который распространяется на примагистральной территории и проникает в глубь жилой застройки. Рекомендуются следующие методы ослабления шумового воздействия на ОС: уменьшение скорости движения транспорта и запрещение движения отдельных видов автомобилей по определенным трассам в определенное время суток; совершенствование транспортных средств; улучшение звукоизоляции зданий и сооружений противозумовых экранов вдоль скоростных автотрасс.

Значительные уровни шума создает железнодорожный транспорт: электропоезд — 93, пассажирский — 91, грузовой — 92 дБА на расстоянии 7,5 м от движущегося поезда. Кроме движения поездов причиной нарушения акустического режима на территории жилых кварталов являются маневровые работы, диспетчерская связь и сигналы локомотивов. Уровни шума при движении поездов на открытых линиях метрополитена достигают 70...80 дБА. Но наиболее шумный из всех видов городского транспорта — трамвай. Трамвай создает шумовые нагрузки при движении (на 10 дБА выше, чем колеса автомобиля), при работе двигателя и открывании дверей. Снижению уровня трамвайного шума способствует улучшение состояния трамвайных путей, а также изменения конструкции вагона. На Рижском вагоностроительном заводе создан тип трамвайного вагона, внедрение которого позволит улучшить акустический режим городов.

Воздушный транспорт создает эквивалентные уровни звука до 80 дБА, а максимальные уровни достигают 108 дБА. Для уменьшения шума используются специальные приемы пилотирования при взлете и посадке, более крутые траектории, низкие режимы работы двигателя, рациональная организация воздушного движения (выбор направления взлетно-посадочных полос и трасс, которые минуют населенные пункты), рациональная планировка, выделение между жилой застройкой и границами аэропортов трех санитарно-защитных зон с различной степенью акустического благоустройства и др.

Промышленные предприятия, расположенные в жилых кварталах городов, могут создавать шумы с уровнем до

100 дБА в зоне наибольшей чувствительности уха (частоты до 1000 Гц). Снижение уровня шума, создаваемого промышленными предприятиями, достигается применением наружных ограждений, обладающих определенной звукоизоляцией, и санитарно-защитных зон.

Шум мешает работать и отдыхать, снижает производительность труда. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения, психической угнетенности, невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. Бытовой шум нарушает сон, уменьшает продолжительность и глубину сна, сон становится поверхностным и после пробуждения люди чувствуют головную боль и усталость, что приводит к хроническому переутомлению и развитию расстройства центральной нервной системы и гипертонической болезни.

Нормирование шумов для условий городской застройки проводится в соответствии со СНиП II-12-77 «Защита от шума». Например, для квартир и жилых комнат — 30 дБА, классных комнат и учебных кабинетов — 40 дБА, территорий, непосредственно прилегающих к жилым зданиям (в 2 м от ограждающих конструкций) — 45 дБА. Эти нормы приведены для ночного времени суток (от 23 до 7 часов), а в дневное время — нормы следует увеличить на 10 дБА.

К градостроительным мероприятиям по уменьшению шума относятся: увеличение расстояния между защищаемым объектом и источником шума; применение акустических экранов — откосов, стен и зданий-экранов; рациональное размещение шумных и защищаемых объектов; использование рельефа местности, заглубление трасс магистральных улиц, применение свободной застройки (со стороны улицы располагаются экранирующие здания временного пребывания людей — магазины, столовые, ателье, а за ними — жилые здания), озеленение территории микрорайонов и использование шумозащитных полос озеленения.

В условиях застройки примагистральных территорий защита населения от транспортных шумов достигается применением специальных типов жилых домов (окна спален ориентированы в сторону двора, а общих комнат — кухонь-столовых и др. — в сторону магистральных улиц), шумозащитных окон с тройным остеклением и специальных глушителей шума, встроенных в стену рядом с оконным проемом, которые обеспечивают хорошую вентиляцию и снижают уровень шума в восемь раз.

Защита населения от электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Основными источниками высокочастот-

Таблица 38 Предельно допустимые величины электромагнитной энергии на территории жилой застройки

Наименование диапазонов радиоволн	Граничные частоты (длины волн) диапазона	Предельно допустимая величина электромагнитной энергии
Длинные волны	30...300 кГц (10...1 км)	20 В/м
Средние волны	0,3...3 МГц (1...0,1 км)	10 В/м
Короткие волны	3...30 МГц (100...10 м)	4 В/м
Ультракороткие волны	30...300 МГц (10...1 м)	2 В/м
Микроволны (круглосуточное облучение)	300 МГц...300 ГГц (1 м... ...1 мм)	5 мкВт/см ²

ных электромагнитных полей (ЭМП) в среде обитания человека являются радио- и телепередающие центры и радиолокаторы. В связи с широким развитием радиовещания, телевидения, радиосвязи и радиолокации увеличивается возможность воздействия ЭМП на население. Интенсивность ЭМП зависит от мощности передатчика, конструкции и установки антенн, рельефа местности. ЭМП влияет на эндокринную, нервную и сердечно-сосудистую систему, репродуктивную функцию, морфологический состав крови и обмен веществ. Предельно допустимые уровни параметров ЭМП для населенных мест представлены в табл. 38.

Чтобы уровень ЭМП на территории жилой застройки не превышал допустимого, площадки для размещения передающих ретрансляторов, радиолокационных станций и радиорелейных линий связи выбираются с учетом мощности объекта и конструктивных особенностей антенн.

Передающие станции при суммарной мощности передатчиков более 100 кВт и обзорные радиолокационные станции размещаются за пределами населенных мест для выполнения условий, обеспечивающих соблюдение предельно допустимых уровней ЭМП. Антенны радиолокационных станций устанавливаются на возвышениях (естественных или насыпях) и ограничивают использование отрицательных углов их наклона для уменьшения степени облучения населенных территорий. Технические территории передающих объектов должны ограждаться, размещение жилых и общественных зданий на этих территориях запрещается. Для защиты населения от воздействия ЭМП между передающими объектами и жилой застройкой устанавливаются санитарно-защитные

Таблица 39. Размеры санитарно-защитных зон для типовых передающих радиостанций

Мощность одного передатчика, кВт	Диапазон радиоволн	Санитарно-защитная зона, м
Малая: до 5	Длинноволновый	10
	Средневолновый	20
	Коротковолновый	175
Средняя: от 5 до 25	Длинноволновый	10...75
	Средневолновый	20...150
	Коротковолновый	175...400
Большая: от 25 до 100	Длинноволновый	75...480
	Средневолновый	150...960
	Коротковолновый	400...2500
Сверхвысокая: свыше 100	Длинноволновый	Более 480
	Средневолновый	» 960
	Коротковолновый	» 2500

зоны. Размеры зоны должны обеспечивать на ее внешних границах предельно допустимые уровни ЭМП. Санитарно-защитная зона для передающих радиостанций с антеннами ненаправленного действия, телецентров, телевизионных ретрансляторов и радиолокационных станций кругового обзора устанавливается по кругу. Для передающих радиостанций с антеннами направленного действия и радиолокационных станций со сканирующими в определенном секторе или фиксированными в определенном направлении антеннами санитарно-защитная зона устанавливается в направлении излучения ЭМП. При этом должны учитываться также боковые и задние лепестки диаграммы направленности излучения антенны. Для передающих радиостанций, телецентров, телевизионных ретрансляторов, радиолокационных станций, антенны которых излучают электромагнитную энергию под углом к горизонту и уровень ее изменяется в зависимости от высоты над уровнем земли, санитарно-защитная зона устанавливается дифференцированно по вертикали: на уровне земли, а затем для высот 3, 6, 9, 12 м и т. д. Размеры санитарно-защитных зон определяются расчетными методами на стадии проектирования объектов, а затем проверяются и уточняются путем измерений после ввода в эксплуатацию передающего радиообъекта.

Для типовых радиопередающих объектов размеры санитарно-защитных зон представлены в табл. 39 и 40. Для условий, отличающихся от типовых, размеры этих зон определяются с учетом реальных условий и могут изменяться

Таблица 40. Размеры санитарно-защитных зон для типовых телецентров и телевизионных ретрансляторов

Мощность одного передатчика, кВт	Количество программ	Суммарная мощность объекта с учетом УКВ и ЧМ вещания, кВт	Санитарно-защитная зона, м
Малая: до 5/2,5 *	Одна	До 10	В пределах технической территории
Средняя: до 25/7,5	»	До 75	200...300
Большая: до 50/15	Две	До 160	400...500
Сверхвысокая: свыше 50/15	Три	Около 200	500...1000

* Числитель — мощность канала изображения, знаменатель — звукового сопровождения

(уменьшаться или увеличиваться) в зависимости от мощности объекта, типа, высоты установки и диаграммы направленности антенны и рельефа местности.

В целях рационального использования территория санитарно-защитной зоны подразделяется на зону строгого режима и зону ограничений.

Зона строгого режима должна включать техническую территорию радиопередающего объекта. На внешней границе зоны строгого режима уровень ЭМП не должен превышать уровня ЭМП, допустимого для производственных условий (ГОСТ 12.1.006-84). В связи с этим зона строгого режима может быть больше технической территории и включать часть прилегающей территории, в этом случае она ограждается предупреждающими знаками «Запретная зона». На территории зоны могут располагаться здания и сооружения передающего объекта, она может использоваться для выращивания сельскохозяйственных культур.

Зона ограничений представляет территорию, непосредственно примыкающую к зоне строгого режима. На внутренней границе этой зоны уровень ЭМП не должен превышать предельно допустимого для условий населенных мест (см. табл. 38). На территории этой зоны могут размещаться административно-хозяйственные и общественные здания при условии снижения уровня ЭМП в них до предельно допустимого для территории жилой застройки.

Проектная документация на сооружение новых и реконструируемых радиопередающих объектов должна содержать сведения о распределении ЭМП на прилегающей

территории и мероприятия по защите населения от ЭМП. Если уровень ЭМП на территории жилой застройки превышает предельно допустимые величины, должны быть приняты мероприятия по его снижению: уменьшение мощности радиопередающих объектов, изменение высоты установки или угла направленности антенны, удаление радиопередающего объекта от жилой застройки или вынос жилья из зоны влияния радиопередающего объекта.

Глава 6. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

§ 6.1. Охрана труда при основных технологических процессах обработки металлов

Основные требования безопасности к технологическим процессам. Производственный процесс — сложная социально-техническая система. При проектировании производственных процессов, в процессе их реализации должна обеспечиваться безопасность труда.

Общие требования безопасности к производственным процессам определены в ГОСТ 12.3.002-75 «СБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности».

В соответствии с ГОСТ 12.3.002-75 безопасность производственных процессов обеспечивается выбором технологических процессов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования; производственных помещений и площадок; исходных материалов заготовок и полуфабрикатов, их способов хранения и транспортирования, а также готовой продукции и отходов производства; производственного оборудования и его размещением; профессиональным отбором и обучением работающих; средств защиты работающих. Для ограничения и уменьшения тяжести труда важное значение имеет правильное распределение функций между человеком и оборудованием.

Производственные процессы должны быть пожаро- и взрывобезопасными, не должны загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ.

Основными требованиями безопасности к технологическим процессам являются:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие;
- замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или обладают меньшей интенсивностью;
- применение комплексной механизации, автоматизации и дистанционного управления при наличии опасных и вредных производственных факторов;
- надежная герметизация оборудования;
- применение средств коллективной защиты работающих;
- рациональная организация труда и отдыха с целью профилактики монотонности и гиподинамии, а также ограничения тяжести труда;

— своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях;

— внедрение систем контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающих защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;

— своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов.

Важным условием обеспечения безопасности технологических процессов является изложение требований безопасности в технологической документации. Контроль полноты изложения этих требований осуществляется в соответствии с «Методическими указаниями по контролю полноты изложения требований безопасности труда в конструкторской и технологической документации» РД 50-134-78.

Условия труда в производственных помещениях зависят от используемого производственного оборудования и его размещения; организации рабочих мест; способов хранения и транспортирования исходных материалов, готовой продукции и отходов производства; обеспечения пожаро- и взрывобезопасности.

Производственные помещения и производственные площадки, на которых выполняются работы вне производственных помещений, должны соответствовать требованиям «Строительных норм и правил» (СНиП), утвержденных Госстроем СССР, а производственное оборудование — ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.049-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования».

Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала. Размещение производственного оборудования и коммуникаций, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

Хранение исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства должно предусматривать применение способов хранения, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов; использование безопасных устройств для хранения, механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ.

При транспортировании исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства необходимо обеспечить использование безопасных транспортных коммуникаций; применение средств транспортирования, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов; механизацию и автоматизацию транспортирования; а также учет требований ГОСТ 12.2.022-80 «ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.020-80 «ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

Пожаро- и взрывобезопасность обеспечиваются выполнением мероприятий в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-76 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 «ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования».

Для создания безопасных условий труда большое значение имеет профессиональный отбор, обучение и проверка знаний и требований безопасности труда, а также применение средств защиты работающих.

К лицам, допускаемым к участию в производственном процессе, должны предъявляться требования в соответствии с физиологическими, психофизиологическими, психологическими и, в отдельных случаях, антропометрическими особенностями характера работ. Проверка состояния здоровья работающих должна проводиться как при допуске их к работе, так и периодически. Периодичность контроля за состоянием здоровья работающих должна определяться в зависимости от опасных и вредных факторов производственного процесса в порядке, установленном Министерством здравоохранения СССР.

Лица, допускаемые к участию в производственном процессе, должны иметь профессиональную подготовку (в том числе по безопасности труда), соответствующую характеру работ.

Обучение и проверка работающими требований безопасности труда проводится на всех предприятиях и в организациях независимо от характера и степени опасности производства как при допуске их к работе, так и периодически.

Применяемые средства защиты работающих должны обеспечивать удаление опасных и вредных веществ и материалов из рабочей зоны, снижение уровня вредных факторов до величины, установленной действующими санитарными нормами, и защиту работающих от их действия.

Основными средствами обеспечения безопасности труда являются механизация и автоматизация. Наиболее перспективным направлением развития различных отраслей промышленности является широкое внедрение промышленных роботов, роботизированных технологических комплексов и участков.

Охрана труда при механической обработке металлов. В производственных процессах, связанных с изготовлением деталей для радиоэлектронной аппаратуры, важное место занимает механическая обработка металлов на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных, заточных, шлифовальных и др.).

При механической обработке металлов, пластмасс и других материалов резанием возникает ряд опасных и вредных производственных факторов: движущиеся части производственного оборудования, режущие инструменты, приспособления для закрепления обрабатываемой детали, обрабатываемая деталь, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента, стружка, пыль и вредные аэрозоли обрабатываемых материалов, повышенное напряжение или статическое электричество, шум и вибрация станков, недостаточное освещение рабочей зоны, смазочно-охлаждающие жидкости, физические перегрузки, перенапряжение зрения, монотонность труда.

Наиболее распространенными видами травм у станочников являются ранения глаз, лица, рук, ушибы тела.

Травму могут нанести фрезы, сверла, абразивные круги при случайном соприкосновении с ними, в случае их разрушения или захвата ими одежды; обрабатываемая деталь при недостаточно надежном ее креплении; отлетающая стружка, имеющая большую кинетическую энергию и высокую температуру (до 600 °С); приводные и передаточные механизмы станка при наладке, смазывании и ремонте и др.

Анализ причин производственного травматизма в цехах холодной обработки металлов показывает, что основными являются отсутствие или несовершенство защитных ограждений и предохранительных устройств, неисправное состояние оборудования, инструмента и приспособлений, неправильное размещение станочного оборудования в цехе,

неправильные приемы работы. Таким образом, безопасность при работе на металлорежущих станках связана прежде всего с выполнением требований безопасности, предъявляемых к их конструкции в соответствии с ССБТ (ГОСТ 12.2.003-74; ГОСТ 12.2.009-80), а также осуществление необходимых мероприятий при организации рабочего места станочника и строгое соблюдение охраны и гигиены труда при работе на станках.

В соответствии с ГОСТ 12.2.009-80 «ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности» передачи (ременные, зубчатые, канатные, шарнирные, цепные и др.), расположенные вне корпусов станков и представляющие опасность травмирования, должны иметь ограждения (сплошные, с жалюзи, с отверстиями), оснащенные устройствами (рукоятками, скобами и т. д.) для удобного и безопасного их открывания, снятия, перемещения и установки.

Защитные устройства (щиты, ширмы, экраны), ограждающие зону обработки, должны защищать работающего на станке и людей, находящихся вблизи станка, от отлетающей стружки и смазочно-охлаждающей и рабочей жидкостей. Применение защитных ограждений обязательно для токарных, фрезерных, сверлильных, расточных, строгальных, зуборезных, шлифовальных станков.

Защитные устройства, снимаемые чаще одного раза в смену при установке и снятии обрабатываемой детали или инструмента, при измерении детали, подналадке станка и в других случаях, должны иметь массу не более 6 кг и крепление, не требующее применения ключей и отверток. Защитные устройства открывающегося типа должны при установившемся движении перемещаться с усилием не более 40 Н (4 кгс).

Защитные устройства не должны ограничивать технологических возможностей станка и вызывать неудобства при работе, уборке, наладке, приводить при открывании к загрязнению пола СОЖ. При необходимости они должны иметь рукоятки, скобы для удобства открывания, закрывания, съема, перемещения и установки.

Крепление защитных устройств должно быть надежным, исключающим случаи самооткрывания. Устройства, поддерживающие ограждения в открытом состоянии, должны надежно удерживать их в этом положении.

Поверхности станков, защитных устройств, органов управления, станочных принадлежностей и приспособлений не должны иметь острых кромок и заусенцев, которые могут травмировать работающего.

Станки должны иметь предохранительные устройства от перегрузки, способной вызвать поломку деталей станка и травмирование (плавкие предохранители, автоматы отключения, шпонки, муфты и др.), и для обеспечения безопасных границ перемещения сборных единиц (стола или суппорта) станков (ограничители). Кроме этого, станки должны иметь устройства, предотвращающие самопроизвольное опускание шпинделей, кронштейнов, головок, бабок, рукавов (в радиально-сверлильных станках) и других сборочных единиц.

Немаловажное значение для предотвращения несчастных случаев на производстве имеет надежное закрепление на станках обрабатываемых заготовок, патронов, планшайб, оправок, насадных головок, инструмента и других съемных элементов.

ГОСТ 12.2.009-80 предусматривает окраску в сигнальные цвета в соответствии с ГОСТ 12.4.026-76 подвижных сборочных единиц и ограждающих устройств. Для удобства работы и безопасности труда ряд требований предъявляется к органам управления станками; снабжение органов управления надежными фиксаторами, исключающими самопроизвольное их перемещение и случайное включение; оснащение их соответствующими блокировками, поясняющими надписями, символами и др.

ГОСТ 12.2.009-80 требует оснащения станков устройствами для отсоса из зоны обработки загрязненного воздуха (пыль, мелкая стружка, вредные для здоровья аэрозоли жидкостей, газы), включая пылестружкогазоприемники и отсасывающие агрегаты. В ГОСТе изложены требования к ограничению шума и вибрации станков, рациональному устройству местного освещения, обеспечению электробезопасности, а также специфические требования безопасности по группам станков токарных, фрезерных, сверлильных и др.

При работе на токарных станках необходимо применять защиту работающих от травмирования отлетающей стружкой, образующейся при обработке вязких (сталей) и хрупких металлов (чугуна, бронз, латуней, текстолита и др.), которая имеет высокую температуру (400... 600 °С) и большую кинетическую энергию. Для этого применяют специальные резцы, обеспечивающие завивание стружки в винтовую спираль, удаляемую специальными крючками, или дробление ее на отдельные элементы. Станки снабжают ограждениями зоны резания со смотровыми окнами, пылестружкоприемниками, воздухоочистителями, туманоуловителями и тормозными устройствами. Рабочие используют индивидуальные средства защиты (защитные очки, индивидуальные щитки, спецодежду, мази и пасты для защиты кожи рук).

При этом необходимо строго соблюдать правила ношения спецодежды. Для предупреждения опасности захвата одежды и волос работающего вращающимися механизмами станка рабочая одежда не должна иметь свободно развивающихся концов, рукава должны плотно облегают руку и быть застегнутыми на пуговицы, волосы следует убирать под берет или косынку. Концы косынки должны быть тщательно заправлены.

При обработке деталей на фрезерных станках травмы станочнику могут быть нанесены фрезой, стружкой, обрабатываемой деталью и приспособлением для ее закрепления.

Для предупреждения травмирования фрезой и отлетающей стружкой применяют открывающиеся ограждения зоны резания и ограждения режущего инструмента в нерабочей его части.

При обработке хрупких металлов и полимерных материалов важную роль играет удаление пыли из рабочей зоны, поэтому на фрезерных станках применяют ограждения — пылестружкоприемники.

При работе на сверлильных станках наибольшую опасность для работающих представляют вращающиеся шпиндель, патрон, сверло, которые могут захватить его одежду или волосы, травмировать поломавшимся сверлом; а также стружка и пыль.

Поэтому необходимо выполнять следующие условия:

- механизм крепления инструмента должен обеспечивать надежный зажим, точное центрирование и быструю смену сверла;
- для установки на станке обрабатываемых деталей необходимо пользоваться зажимными приспособлениями (удерживать деталь руками не допускается);
- нужно применять средства дробления стальной стружки (сверла со стружко-дробящими канавками) и пылестружкоприемники;
- сметать стружку со станка только специальной щеткой;
- использовать индивидуальные защитные средства и строго соблюдать правила ношения спецодежды.

При организации работы на шлифовальных и заточных станках, у которых режущим инструментом является абразивный круг, вращающийся с большой скоростью, серьезную опасность представляет возможность аварийного разрыва шлифовального круга, из-за наличия в нем трещин, выбоин, раковин, а также большое пылеобразование в зоне резания при работе без СОЖ.

С целью обеспечения безопасной работы на станках шлифовальной группы необходимо проводить следующие мероприятия: предварительный наружный осмотр и простукивание круга деревянным молоточком; соблюдать правила хранения абразивных кругов; проводить испытания кругов на механическую прочность; соблюдать требования и нормы безопасности при установке и закреплении кругов на станке; пользоваться безопасными приемами правки кругов; применять постоянные стальные защитные кожухи для шлифовальных кругов, а также специальные устройства (подручники, прозрачные смотровые экраны) и средства обеспыливания; соблюдать инструкции для станочников.

В последнее время металлорежущие станки с ручным управлением вытесняются автоматами, автоматическими линиями, станками и линиями с программным управлением. Создание автоматизированных цехов и предприятий-автоматов, широкое внедрение промышленных роботов, роботизированных технологических комплексов является магистральным направлением технической реконструкции народного хозяйства.

Автоматизация производственных процессов дает не только значительный рост производительности труда и решение проблемы дефицита рабочих кадров, но и улучшает условия и безопасность труда, сокращая ручной неквалифицированный труд.

Вместе с тем, при эксплуатации промышленных роботов, роботизированных технологических комплексов и участков основными причинами воздействия на работающих опасных производственных факторов в соответствии с ГОСТ 12.2.072-82 «ССБТ. Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности» являются:

- непредусмотренные движения исполнительных устройств промышленных роботов при наладке, ремонте, во время обучения и исполнения управляющей программы;

- внезапный отказ в работе промышленного робота или технологического оборудования, входящего в состав роботизированного комплекса;

- ошибочные (непреднамеренные) действия оператора или наладчика при наладке, ремонте или во время работы робота в автоматическом режиме;

- доступ человека в рабочее пространство робота при работе в режиме исполнения программы;

- нарушение условий эксплуатации промышленного робота или роботизированного технологического комплекса;

- нарушение требований эргономики и безопасности труда при планировке роботизированного технологического комплекса и участка.

Промышленные роботы, предназначенные для эксплуатации в условиях повышенной температуры и запыленности воздуха, во взрыво- и пожароопасных средах и в других неблагоприятных условиях производственной среды, должны иметь соответствующие защитные исполнения, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-76, ГОСТ 12.2.021-76 и др.

Электрооборудование промышленных роботов выполняется в строгом соответствии с ГОСТ 12.2.007-75, ГОСТ 12.1.019-79 и «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ).

Шумовые характеристики должны соответствовать ГОСТ 12.1.003-76, а уровни вибрации, возникающей на рабочем месте оператора, обслуживающего промышленный робот — ГОСТ 12.1.012-78.

Захватные устройства должны удерживать объект манипулирования (заготовки и др.) при внезапном отключении питания, если падение

объекта может привести к воздействию на человека опасных производственных факторов.

Промышленные роботы должны быть оснащены средствами защиты (оградительными, предохранительными, блокирующими, сигнализирующими и др.) с целью исключения возможного воздействия на обслуживающий персонал опасных и вредных производственных факторов.

Органы управления и средства отображения информации должны быть расположены на панели пульта управления и отвечать эргономическим требованиям ГОСТ 23000-78.

Сигнальные цвета и знаки безопасности, наносимые на промышленные роботы, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.026-76 «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности».

При организации роботизированных технологических комплексов (РТК) и участков необходимо предусматривать комплексную механизацию и автоматизацию производственного процесса, в том числе вспомогательных операций (транспортирование заготовок и деталей, загрузка ими накопителей, удаление стружки и окалины из рабочей зоны и т. д.).

РТК или участок необходимо оснащать блокирующими устройствами, выключающими комплекс или участок в случае нарушения роботизированного процесса.

К работе по обслуживанию РТК и участков (программирование, обучение, наладка, эксплуатация и ремонт) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и получившие удостоверение на право обслуживания РТК.

Для обслуживающего персонала на предприятиях должна быть разработана и утверждена в установленном порядке инструкция по охране труда при эксплуатации промышленных роботов, РТК и участков с учетом требований ГОСТ 12.2.072-82.

Охрана труда при термической, электрохимической и электрофизической обработке металлов. В радиоэлектронике широко применяются термическая, электрохимическая и электрофизическая обработки металлов.

К термической обработке относятся отжиг, закалка, азотирование, борирование, алюминирование, хромирование, науглероживание, бериллирование, титанирование и др.

К электрохимической и электрофизической — электроискровая, электроимпульсная, плазменная, электронно-лучевая, лазерная и другие способы обработки.

Основными опасными и вредными производственными факторами, возникающими при указанных методах обработки и обусловленными ее видом, применяемым оборудованием и рабочими средами, могут быть следующие: движущиеся машины и механизмы; подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха рабочей зоны, повышенный уровень инфракрасного (теплого) излучения; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; повышенный уровень электромагнитных излучений; опасный уровень напряжения в электрической цепи и др. При этом возникает опасность механического травмирования работающих, отравления сильнейшими ядами, перегрева, получения ожогов, поражение электрическим током.

В этой связи при проведении процессов термической, электрохимической и электрофизической обработки должны быть предусмотрены меры защиты работающих от возможного действия опасных и вредных производственных факторов.

Для защиты от механических и термических опасностей применяют различные ограждения и блокировки, а также необходимо соблюдать соответствующие правила безопасности при выполнении определенных операций технологического процесса.

Защита от опасного действия электрического тока (диапазон напряжений от 368 до 150 кВ) обеспечивается применением защитного заземления, зануления и электротехнических средств в соответствии с мерами защиты от электрического тока (§ 2.1).

Особую опасность при рассматриваемых методах обработки представляют различные токсичные газы и химические вещества, применяемые в качестве электролитов и очищающих растворов.

При термической обработке в составе контролируемых атмосфер и исходных газов содержатся токсичные газы (окись углерода CO , аммиак NH_3 , сероводород H_2S и др.), появление которых (резкий запах некоторых из них) предупреждает о неполадках.

Электролиты, применяемые при электрохимической обработке, представляют собой растворы сильных кислот (серной, фосфорной, соляной, плавиковой, азотной и др.), их смеси в различных пропорциях, а также растворы и расплавы едких щелочей. Нагрев токопроводящих материалов производится в растворах едких щелочей или солей щелочных металлов. Ультразвуковая очистка производится в среде различных растворителей, водных растворов минеральных и органических кислот, растворах едких щелочей и солей (фосфаты, карбонаты, фториды и др.). Некоторые применяемые соли (цианистое серебро, цианистый калий) являются сильными ядами. В присутствии влаги, кислот, а также углекислоты, содержащейся в воздухе, цианистые соли выделяют цианистый водород (сильная кислота), вызывающий быстрое удушье вследствие паралича тканей дыхательных органов.

Опасное действие кислот, щелочей и ядовитых веществ рассмотрено в § 6.2.

Важнейшими мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы обслуживающего персонала, являются следующие: механизация и автоматизация процессов, изменение состава электролита для снижения его агрессивности, устройство общей и местной вентиляции, применение индивидуальных средств защиты и надежных ограждающих устройств.

Использование индивидуальных средств защиты является надежной, но дополнительной мерой обеспечения безопасности. Их необходимо применять в качестве дополнительной защиты или в аварийных случаях.

К средствам индивидуальной защиты относятся:

защитные очки, респираторы, противогазы, спецодежда, спецобувь, защитные пасты и мази. Из спецодежды применяются передники и защитные костюмы из кислотостойких тканей, а также кислотощелочестойкие перчатки. К защитным средствам относят также специальные гидранты в виде короткого шланга со сплюснутым наконечником для подачи воды из водопроводной сети, а также специальный гидрант в виде фонтанчика питьевой воды, нейтрализующие и дезинфицирующие вещества (растворы соды, борной кислоты и др.). Эти устройства служат для быстрого и удобного смывания брызг и капель опасных химикатов, попавших на кожные покровы или глаза работающих.

Применение надежных ограждающих устройств — целесообразная мера защиты при эксплуатации установок с потенциальными источниками химической опасности. Тип, форма и размеры ограждений должны соответствовать защищаемой конструкции.

С целью повышения безопасности работы с персоналом проводят общее инструктирование, а также специальное ознакомление со свой-

ствами всех применяемых химических веществ, четкое изучение правил обращения и хранения этих веществ.

При термической, электрохимической и электрофизической обработке может возникнуть взрыво-пожароопасность. Высокую опасность представляют: диссоциированный аммиак (содержит водород), эндотермический газ (содержит водород и окись углерода), сжиженные газы пропан и бутан, закалочные масла — термические виды обработки; жидкие предельные углеводороды (керосин, соляровое и веретенные масла и т. д.) — электроискровая обработка; конденсация дисперсного металла на стенках камеры и образования отложений, которые в некоторых случаях имеют высокую способность самовозгораться на воздухе — вакуумная электронно-лучевая установка.

Основными мерами взрыво- и пожаробезопасности являются следующие: применение негорючих жидкостей или жидкостей с возможно более высокой температурой вспышки, поддержание температуры рабочей жидкости на определенном уровне; запрещение находиться возле станка в промасленной спецодежде; устройство надежной вентиляции; снабжение плавильных печей предохранительными клапанами и экранами из листовой стали; применение автоматических противопожарных устройств и систем подавления взрывов; наличие надлежащих средств пожаротушения и др.

Охрана труда при обработке пластмасс и керамики. При производстве радиоэлектронной аппаратуры широко применяются детали, изготовленные из пластмасс и керамики.

При изготовлении пластмассовых изделий наибольшее применение находят технологические процессы, в которых используются методы литья под давлением, литьевого прессования, формования и механической обработки деталей (фрезерование, сверление и др.). При изготовлении керамических изделий — приготовление исходной массы (очистка сырьевых материалов, их дробление, помол и др.), высокотемпературный обжиг, штамповка, горячее литье под давлением, механическая абразивная обработка и металлизация поверхности.

Поэтому основными опасными и вредными производственными факторами при обработке пластмасс и керамики являются вредные газы, пары, пыль, а также факторы, присущие механической обработке материалов.

В процессе механической обработки пластмасс тупым режущим инструментом происходит интенсивное нагревание, в результате чего стружка и пыль превращаются в паро- и газообразное состояние (например, при воздействии теплоты на полиэтилен — хлористый водород, сернистый газ, двуокись углерода и др.; на полипропилен — ацетон, метиловый спирт, кислоты, эфиры и др.; на винипласт — хлористый водород, окись углерода и др.; эпоксидная смола — толуол и др.).

Летучие продукты (предельные и непредельные углеводороды, ароматические углеводороды) могут вызывать наркотическое действие, изменения со стороны центральной нервной системы, сосудистой системы, кровеносных органов, внутренних органов, а также нарушение защитных функций кожи.

Так, ацетон поражает все отделы центральной нервной системы, вызывает изменения со стороны верхних дыхательных путей и раздражение слизистой оболочки глаз, носа.

Толуол в высоких концентрациях действует наркотически, раздражает слизистые оболочки, вызывает головную боль, тошноту, рвоту, потерю сознания.

Концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать предельно допустимых значений.

При обработке керамики возможно выделение кварцесодержащей пыли, которая при попадании в организм может вызвать профессиональное заболевание — силикоз (наиболее опасны частицы диаметром в 1... 2 мкм); окись бериллия — заболевание легких (бериллиоз) и верхних дыхательных путей, а при попадании его частиц в мелкие раны кожного покрова может привести к образованию длительно незаживающих язвочек; окись хрома оказывает вредное воздействие на печень, почки, пищеварительную, сердечно-сосудистую систему, кожу и слизистые оболочки (кашель, насморк, кровотечение из носа, перфорация носовой перегородки, дерматит, экзема).

Для предотвращения травмирования и возникновения профессиональных заболеваний применяют комплексную механизацию технологических процессов и робототехнику. В неавтоматизированных производствах во избежание механического травмирования необходимо применять защитные устройства и приспособления, а для удаления пыли — промышленные пылесосы, пылеотрапывающие приемники, местную вытяжную и общеобменную вентиляцию.

Для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов рабочие применяют индивидуальные защитные средства (противогазы, респираторы, спецодежду, защитные очки, защитные дерматологические средства).

Вредные газы, пары, пыль могут поступать в организм работающих с водой, пищей и при курении. В этой связи необходимо постоянное внимание и соблюдение правил личной гигиены.

§ 6.2. Охрана труда при обработке поверхностей деталей и узлов

Охрана труда при работах с химическими веществами и материалами. Перед нанесением на детали защитных покрытий и их сборкой поверхности деталей предварительно обрабатывают механическими методами (шлифование, крацовка, гидроструйная и дробеструйная очистки, галтовка) и более эффективными и производительными химическими методами очистки поверхности (обезжиривание, травление и т. д.). При этом применяются опасные и вредные химические и ядовитые вещества, воздействие которых на работающих зависит от их физико-химических свойств, их агрегатного состояния, класса опасности, времени и характера воздействия, путей поступления в организм, состояния организма, наличия других производственных опасных и вредных факторов и от состояния средств коллективной и индивидуальной защиты.

При обезжиривании применяются едкие щелочи, легковоспламеняющиеся растворители и горючие жидкости — бензин, ацетон, трихлорэтилен, толуол, бензол, ксилол, спирты и др.

При травлении широко используется серная, соляная, азотная, фтористоводородная, ортофосфорная и другие кислоты, при работе с которыми возникает опасность отравления выделяющимися парами и газами, разрушение зубов, химические ожоги.

Основными мероприятиями по охране труда для предупреждения отравления и профессиональных заболеваний являются механизация и автоматизация производственных процессов; герметизация оборудования; замена токсичных, ядовитых и горючих веществ менее токсичными, неядовитыми и негорючими веществами.

Наиболее высокий уровень безопасности производства достигается при комплексной механизации и автоматизации технологических про-

цессов. В массовом и крупносерийном производстве применяют автоматические линии, выполняющие все технологические операции; в цехах с небольшой производственной программой применяют полуавтоматические установки, предназначенные для выполнения какой-либо одной операции. Существуют полуавтоматы для мойки, травления и обезжиривания изделий.

Все работы с ядовитыми и токсичными веществами необходимо проводить в специальных герметизированных боксах или шкафах, оборудованных эффективной местной вытяжной вентиляцией.

При решении вопроса о необходимости и возможности замены ядовитых, токсичных и горючих веществ менее ядовитыми, нетоксичными и негорючими веществами технологи руководствуются требованиями не только экономичности, но и безопасности. Так, бензин, керосин, трихлорэтилен и другие токсичные и огнеопасные растворители заменяют на малотоксичные и негорючие (фреон-113, водно-щелочные растворы); хлорированные углеводороды — синтетическими моющими средствами. Для уменьшения выделения водорода и паров кислот при травлении в травильный раствор вводят присадки (ОП-7, ОП-10, «Уникол» и др.).

Участки и отделения кислотного и щелочного травления, обезжиривания в органических растворителях необходимо устраивать в отдельных помещениях.

Материалы стен и перекрытий не должны собирать вредные вещества, поэтому их выкладывают стеклянными и керамическими плитками на высоту 2,8...3,2 м, а остальную часть стен и потолки окрашивают светлой масляной краской.

Полы выполняют из материалов, которые должны быть влагонепроницаемыми, стойкими к кислотам и щелочам, растворителям и другим средам.

Помещения оборудуются общеобменной вентиляцией, а также применяется система местной вытяжной вентиляции.

При работе с ядовитыми и токсичными химическими веществами необходимо применять средства индивидуальной защиты.

Для защиты от действия кислот и щелочей применяют защитные фартуки, рабочие халаты и костюмы, изготовленные из резины, хлорвинилового пластика, прорезиненной ткани, брезента и других химически стойких материалов. Для защиты ног используют резиновые кислото-щелочестойкие сапоги с внутренней текстильной прокладкой и рифленой подошвой с каблучками, а также полусапоги.

Для одновременной защиты лица и глаз от брызг кислот и щелочей удобным и надежным средством являются наголовные защитные щитки (типа ЩН или НБХ). Глаза необходимо защищать полузакрытыми или герметичными очками (типа ЗПС-80, ЗП2-80, ЗП3-80).

Для защиты органов дыхания от вредных газов и паров (кроме особо токсичных) в концентрациях, не превышающих ПДК более чем в 15 раз, рекомендуется противогазовый респиратор РПГ-67. Если в воздухе кроме газов и паров содержатся аэрозоли, рекомендуется применять универсальный респиратор РУ-60М.

Для кратковременной работы (один-два дня) можно применять противопылевые респираторы ШБ-1 «Лепесток», «Снежок КУ-М».

В аварийных случаях необходимо использовать противогазы, которые защищают одновременно органы дыхания и глаза рабочих от вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана.

Для защиты рук от механических повреждений и воздействия слабых растворов кислот и щелочей применяют рукавицы из шерстяных, хлопчатобумажных, льняных тканей с усилительными и защитными

накладками или без них. Для защиты от кислот, щелочей и органических растворителей применяют кислотозащитные рукавицы из шинельного сукна, резиновые кислотощелочестойкие перчатки. Защиту кожного покрова осуществляют с помощью защитных мазей, кремов и паст (пасты ИЭД-1, ИЭР-2, ФС 42-95-72, паста Чумакова и Миколан; кремы «Силиконовый», ПМС-200, «Красная роза»; мазь Селинского ХИОТ-6). Для снятия защитных мазей и паст после работы применяют препараты «Кристалл» и «Прогресс».

Ядовитые и токсические вещества надо перевозить в исправной таре. Бочки с химикатами перевозят с помощью специальных тачек. Бутылки и бидоны, изготовленные из полиэтилена, перевозят на тележках со скоростью не более 5 км/ч.

Пролитую на пол кислоту следует засыпать землей или песком, а затем убрать лопатой.

Брызги и капли кислот (кроме серной), попавшие на тело, немедленно смывают обильной струей холодной воды и пораженное место промывают 1%-ным раствором пищевой соды. При ожогах серной кислотой промывают мыльной водой и затем раствором пищевой соды.

При ожогах едкими щелочами поврежденное место тщательно промывают большим количеством проточной холодной воды в течение 10... 15 мин, а затем промывают слабым раствором уксусной (одна чайная ложка столового уксуса на стакан воды) и раствором борной кислоты, а затем накрывают марлей, пропитанной 3 %-ным раствором уксусной кислоты.

Пожаробезопасность достигается главным образом предотвращением образования горючей среды и изоляцией источника зажигания. Предотвращение образования горючей среды обеспечивается регламентацией допустимых концентраций горючих газов, паров и аэрозолей; отдельным хранением химических веществ, воспламеняющихся при совместном хранении.

Помещения для промывки и обезжиривания деталей запрещается отапливать газовыми и электрическими приборами, применять открытый огонь. Для предотвращения искрообразования и взрыва двигателя, пусковые устройства и вентиляторы должны быть взрывобезопасного исполнения.

Хранение растворителей в рабочих помещениях допускается в количестве не более суточной нормы и в герметически закрытой таре.

Одна из мер профилактики пожаров заключается в особом размещении пожаро- и взрывоопасных участков и устройстве противопожарных преград в целях предупреждения распространения огня по зданию.

Охрана труда при изготовлении печатных плат. Современная технология изготовления печатных плат состоит из большого числа различных механических, фотохимических и химических операций.

При выполнении технологических процессов изготовления печатных плат могут возникнуть следующие опасности и вредности: поражение электрическим током, взрыво- и пожароопасность, термоожог, химический ожог, опасность травмирования механическим оборудованием, поражение кожных покровов и отравления, шум, вибрация, световое воздействие газоразрядных ламп.

Большинство материалов и веществ, применяемых при изготовлении печатных плат, являются опасными для здоровья и жизни человека. Вредные вещества и их пары могут проникать в организм человека через органы дыхания, кожу и пищеварительный тракт.

Вдыхание химических веществ в любом агрегатном состоянии (газ, пары, пыль) приводит к поражению верхних дыхательных путей и к об-

щетоксическому эффекту при всасывании веществ в кровь. В пищеварительный тракт вредные вещества попадают при приеме воды, пищи и курении на участках изготовления печатных плат.

Нагрев растворов ведет к интенсивному парообразованию и выделению газов, увлекающих за собой частицы раствора, а это приводит к увеличению загрязнения атмосферы производственных помещений. Кроме того, при различных операциях образуются и поступают в атмосферу промежуточные вещества, которые могут относиться к веществам 1-го класса опасности. Так, хлорированные углеводороды (трихлорэтилен, тетрахлорэтан) при действии на них солнечного света или открытых источников пламени образуют новое вещество — газ фосген (чрезвычайно опасный), а при реагентном методе очистки отработанных вод от соединений циана может образоваться хлорциан. Попадание кислоты в щелочной цианистый электролит, смешивание кислых и цианистых стоков или вентиляционных выбросов может привести к образованию цианистого водорода. Процессы обезжиривания, травления, электрохимической обработки и химического фрезерования сопровождаются выделением паров кислот и щелочей и поступлением их в зону дыхания.

Многие вредные вещества попадают в организм через кожу, особенно опасны хромовые композиции, концентрированные кислоты, щелочи и растворители.

В отделениях приготовления электролитов всегда имеет место высокая концентрация пыли и паров токсичных веществ, особенно во время растаривания материалов, дозировки, приготовления растворов, смешивания сыпучих компонентов и транспортных операций.

При цианистом меднении и серебрении образуется цианистый водород, который поступает в атмосферу, в этих случаях ощущается запах миндаля. Появление цианидов в воздухе над ваннами — результат уноса мельчайших капелек электролита пузырьками газов (водорода и кислорода), выделяющихся на электродах при электролитической диссоциации, а также испарения растворов. Цианистый водород образуется в результате контакта цианистого раствора с углекислотой. У ванны оксидирования обнаруживаются пары щелочи, у ванны декапирования — пары соляной кислоты, у ванны осветления алюминия — азотной кислотой — оксиды азота, у ванны кадмирования — оксиды кадмия; при никелировании — цианистый водород, при хромировании — хромовый ангидрид, при очистке свинцовых анодов — пыль свинца.

Учитывая опасность и вредность оборудования, материалов и веществ, применяемых при изготовлении печатных плат, требования к производственным помещениям аналогичны изложенным в § 6.2.

Одним из условий обеспечения безопасности труда является поточность производства в соответствии с технологической последовательностью отдельных операций, предусматривая автоматизацию и механизацию процессов, а также централизация приготовления электролита. Пульты оператора автоматических линий с программным управлением должны быть удалены от ванн на определенное расстояние, исключающее воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

При невозможности автоматизации процессов должна быть обеспечена комплексная механизация отдельных операций — подготовительных, транспортных, финишных, в частности, загрузки плат в ванны и их выгрузки.

Применение ручных работ допустимо при отсутствии в технологическом процессе веществ 1 и 2 классов опасности и с использованием средств коллективной и индивидуальной защиты работающих.

Особое внимание должно быть уделено замене токсичных веществ менее токсичными или нетоксичными, замене вредных операций менее вредными. Так, использование присадок и ингибиторов позволяет снизить расходы на вентиляцию, а также значительно уменьшить выделение паров кислоты с поверхности гальванических и травильных ванн (зеркало ванны покрывается слоем цинка).

Все рабочие места должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией, а работающие применять средства индивидуальной защиты органов дыхания, глаз и кожных покровов.

Охрана труда при нанесении покрытий. Для придания поверхностному слою детали некоторых специальных свойств, отличных от свойств основного материала, например, электропроводности, электроизоляционных свойств, твердости, паяемости, износостойчивости, антикоррозионной стойкости, декоративности и др., применяют защитные гальванические, химические и лакокрасочные покрытия (ЛКП).

Процессы нанесения гальванических и химических покрытий характеризуются многообразием применяемых химических веществ. Это соли различных металлов, разнообразные кислоты и щелочи, а также другие вредные вещества, воздействие которых на организм человека может привести к отравлениям и профессиональным заболеваниям.

При нанесении лакокрасочных покрытий опасными и вредными производственными факторами являются: токсичные компоненты лакокрасочных материалов (ЛКМ), повышенная запыленность и загазованность воздуха; опасность взрыва, пожара; повышенная или пониженная влажность, температура и подвижность воздуха; незащищенные токопроводящие элементы оборудования; повышенная напряженность электрического поля и заряды статического электричества; струи ЛКМ, возникающие при нарушении герметичности окрасочной аппаратуры, работающей под давлением; повышенная температура элементов оборудования и изделий, ЛКМ, моющих и обезжиривающих жидкостей, паров и газов; повышенные уровни инфракрасного и других видов излучений; движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы окрасочного оборудования, передвигающиеся окрашиваемые изделия; повышенный уровень шума, вибрации и др.

ЛКМ представляют собой многокомпонентные составы, важнейшими составляющими которых являются пленкообразователи, пигменты и растворители. Кроме того, в их состав могут входить пластификаторы, отвердители, наполнители и др.

Попадая в организм человека через дыхательные пути, органы пищеварения, кожный покров и слизистые оболочки, ЛКМ могут оказывать вредное воздействие, степень которого определяется главным образом составом и токсичными свойствами компонентов ЛКМ.

В качестве пленкообразователей используют естественные и искусственные смолы, эфиры целлюлозы, масла, битумы.

В состав эпоксидных смол входит токсичное вещество эпихлоргидрин, который вызывает воспаление в бронхах, легких, почках, сильно раздражает слизистые оболочки глаз и образует язвы на коже. Вредность меламинформальдегидных смол связана с наличием в них формальдегида, оказывающего сильное действие на нервную систему.

Тунговое масло, попадая в организм, приводит к отравлению; нефтяные битумы — отравлениям, раздражениям кожи, поражению слизистых оболочек глаз, верхних дыхательных путей.

Пигменты, придающие ЛКМ цвет, представляют собой природные и искусственные соли металлов (цинковые, свинцовые, хромовые и др.).

Все свинцовосодержащие пигменты являются высокотоксичными. Свинец и его соединения поражают центральную и периферическую

нервную систему, сердечно-сосудистую систему, систему крови, печень, желудочно-кишечный тракт. Свинец способен накапливаться в организме.

Соединения хрома, содержащиеся в пигментах (зелень изумрудная и др.), характеризуются общетоксическим, прижигающим и аллергическим действием.

В связи с тем что пигменты используются ЛКМ в мелкодисперсном состоянии, при попадании в органы дыхания, кроме токсического действия они способны оказывать фиброгенное действие. При воздействии пигментов на кожу возможно шелушение, дерматиты и др.

В качестве растворителей для ЛКМ применяют ацетон, бензин, ксилол, толуол, скипидар, бутиловый и этиловый спирт и др.

Из применяемых пластификаторов, предназначенных для придания ЛКМ эластичности, токсическими свойствами обладают крезилфосфат и дибутилфталат. Крезилфосфат — ядовитое вещество, поражающее нервную систему, вызывает паралич конечностей, проникает через кожу.

В промышленности применяются следующие основные методы нанесения ЛКМ на поверхность изделий: пневматическое распыление, окутание, облив, электроосаждение, контактный перенос (окраска валиками, кистью и др.).

При окраске методом пневматического распыления наблюдается значительное выделение в воздушную среду паров растворителей и красочного аэрозоля, которые не только оказывают на организм человека вредное воздействие, но и появляются в виде легко воспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ). Их концентрация в воздухе может превышать допустимые пределы.

ЛВЖ и ГЖ легко воспламеняются, интенсивно горят, они способны образовывать в производственных помещениях, камерах, других замкнутых объемах и даже на открытых площадках при безветренной погоде взрывоопасные паровоздушные смеси. Горящие жидкости плохо поддаются тушению водой. При их сгорании выделяется большое количество тепла.

Характерной особенностью ЛВЖ и ГЖ является то, что многие из них обладают низкой электропроводностью и способны накапливать заряды статического электричества при движении по трубопроводам, переливании из емкости в емкость, при перемешивании и распылении. Это может привести к искрению и воспламенению.

Опасность при окрасочных работах представляют сосуды и трубопроводы, работающие под давлением. При пневматическом распылении используется энергия сжатого воздуха давлением $(2...6) \cdot 10^5$ Па, при безвоздушном распылении ЛКМ сжимаются до $250 \cdot 10^5$ Па.

При окрасочных работах имеется опасность поражения электрическим током в связи с использованием электрических полей и электрического тока в технологических процессах нанесения покрытий. Окраска в электрическом поле осуществляется с помощью оборудования, питающегося от промышленной электросети и создающего постоянное электрическое поле высокого напряжения (до 140 кВ). Ванны электроосаждения питаются от источника постоянного тока напряжением до 350 В.

Нанесение порошковых полимерных материалов на окрашиваемые поверхности осуществляется путем плазменного, газоплазменного напыления и напыления в электрическом поле. При этом существует опасность ожогов, поражения электрическим током. Возможно вредное воздействие пыли (дисперсность распыляемых порошков 2...160 мкм).

В целях улучшения условий труда при нанесении ЛКМ процесс окраски автоматизируется. При этом человек выводится из опасной зоны.

Для защиты от поражения электрическим током и предотвращения пожара применяют защитное заземление, а также различные блокировки.

Помещения окрасочных цехов оборудуются механической приточно-вытяжной вентиляцией. Основное удаление вредных выделений осуществляется местной вытяжной вентиляцией, в дополнение к которой предусматривается отсос воздуха из верхней зоны помещения. В случае устройства только общеобменной вентиляции (например, при окраске крупногабаритных изделий) вытяжку воздуха производят из нижней зоны помещения в объеме $\frac{2}{3}$ потребного воздухообмена и $\frac{1}{3}$ из верхней зоны.

В связи с тем, что ЛКМ характеризуются высокой скоростью возгорания, для защиты окрасочных цехов от пожаров получила распространение пожарная автоматика.

В производственных помещениях у входных дверей устанавливается телефон. Первичные средства пожаротушения выбирают с учетом физико-химических свойств горючих веществ и их отношения к огнегасящим веществам.

Рабочие окрасочных цехов обеспечиваются спецодеждой, защитными приспособлениями и средствами личной гигиены.

Для работы в среде с концентрацией вредных веществ, превышающей ПДК, работающие обеспечиваются респираторами и противогазами. Чтобы защитить глаза от пыли, применяются очки.

Кожный покров рук защищают перчатками и пастами.

Для предотвращения воспламенения от искрового разряда статического электричества одежда работающих не должна быть из шерстяных и синтетических тканей.

В окрасочных цехах категорически запрещается курить, принимать пищу из непредназначенной для этой цели посуды.

§ 6.3. Охрана труда при монтаже, сборке и испытаниях РЭА

Охрана труда при пайке и обжиге изоляции. В настоящее время почти все электромонтажные соединения РЭА осуществляются пайкой. Технологический процесс пайки включает в себя обжиг изоляции и лужение.

При выполнении пайки на работающих могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; наличие инфракрасных излучений от расплавленного припоя в ванне или от паяльника; наличие электромагнитного излучения высокой частоты; действие ультразвука на организм монтажника при пайке волной, которая образуется за счет действия ультразвука на расплавленный припой; воздействие электростатического заряда; неудовлетворительная освещенность рабочих мест или повышенная яркость; неудовлетворительные метеорологические условия в рабочей зоне; воздействие брызг и капель расплавленного припоя; поражение электрическим током; а также группа психофизиологических вредных производственных факторов: физические перегрузки (статические и динамические) и нервнопсихические (монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Операции пайки, залуживания и обжига изоляции сопровождаются загрязнением воздушной среды в помещениях парами свинца, олова, сурьмы и других элементов, входящих в состав припоя; парами канифоли и различных жидкостей, применяемых для флюса, смывки и растворения различных лаков, которые применяются для покрытия печатных плат; парами соляной кислоты; газами (окись углерода, углеводорода)

и т. д. Пары, попадая в атмосферу цеха, конденсируются и превращаются в аэрозоль такой конденсации, частицы которой по своей дисперсности приближаются к дымам.

Находясь в запыленной атмосфере, рабочие подвергаются воздействию пыли и паров; вредные вещества оседают на поверхности кожного покрова, попадают на слизистую оболочку полости рта, глаз, верхних дыхательных путей, со слюной заглатываются в пищеварительный тракт, вдыхаются в легкие. Наряду с загрязнением воздушной среды загрязняются рабочие поверхности, одежда и кожные покровы работающих.

Особенно вредны при пайке оловянно-свинцовыми припоями пары свинца. Свинец и его соединения ядовиты. Часть поступившего в организм свинца выводится из него через кишечник и почки, а часть задерживается в костном веществе, мышцах, мозгу, печени. При неблагоприятных условиях свинец начинает циркулировать в крови, вызывая явления свинцового отравления. Свинец вызывает изменения в составе крови, поражает нервную систему, почки и печень.

Свойство свинца накапливаться в организме приводит к хроническому отравлению при систематическом поступлении в организм даже малых его количеств. Для предотвращения острых и профессиональных заболеваний содержание свинца в воздушной среде не должно превышать предельно допустимой концентрации — $0,01 \text{ мг/м}^3$.

В производстве радиоэлектронной аппаратуры кроме оловянно-свинцовых припоев находят применение припой, в состав которых входят медь, литий, серебро, кадмий и другие металлы. В некоторых случаях пайка осуществляется путем погружения в расплавленные хлористые соли кадмия, натрия, бора, лития с добавлением активных присадок — фтористых солей. Пары большинства из перечисленных веществ, образующихся при пайке, могут оказывать вредное воздействие на организм работающих.

Наиболее опасны пары окиси кадмия, меди и фтористые соединения. Не безразличны для организма также литий и хлористый цинк, оказывающие раздражающее действие на кожу и дыхательные пути.

Пайка в атмосфере обычными припоями производится с применением флюсов.

Биологическое действие флюсов на организм человека зависит от компонентов, входящих в состав паяльных флюсов. Одни компоненты (канифоль сосновая, этилацетат, олеиновая кислота и др.) обладают раздражающим действием; другие (спирт этиловый) — наркотическим; третьи (семикарбазид гидрохлорид, этиленгликоль) — высокой токсичностью; действие четвертых (кремнийорганическая жидкость) на организм еще изучено недостаточно.

Некоторые марки флюсов (ФГСп, ФДФс, ФСкСп и др.) из-за высокой токсичности рекомендуется не применять или ограничивать их применение. Во всех флюсах следует этиленгликоль заменять глицерином, так как он способен проникать в организм даже через неповрежденную кожу.

Для удаления остатков флюсов после пайки в зависимости от марки флюса применяются различные моющие среды, которые обладают токсическими свойствами.

Учитывая вредность исходных компонентов, входящих в состав припоев, флюсов, моющих сред, и загрязнение атмосферы производственных помещений пылью, парами и газами, для достижения благоприятных условий труда необходимо провести комплекс следующих мероприятий:

1. Участки, на которых сосредоточены операции пайки, выделяют в отдельные помещения. Если пайки проводятся на поточной линии при

чередовании их с другими технологическими операциями, производственные помещения в этом случае рассматривают как помещения, предназначенные для пайки.

2. Стены, оконные рамы, отопительные приборы, воздуховоды должны быть гладкими и покрываются масляной краской светлых тонов (панели на уровне 1,5...2 м от пола лучше облицевать плиткой). Полы должны быть водонепроницаемыми, обладать повышенной прочностью и сопротивлением истиранию и возгоранию, без щелей и иметь уклоны к трапам канализации. На участках пайки их моют после каждой смены. Не реже одного раза в неделю делают влажную уборку всего помещения.

3. При ручной пайке и обжиге изоляции в целях защиты от поражения электрическим током электропаяльник и электрообжигалка должны работать от электросети напряжением не выше 42 В.

4. Уборка оборудования производится с применением пневмоуборочной системы. Рабочие поверхности столов, ящиков для хранения инструментов и тара в конце смены очищаются и обмываются горячим мыльным раствором.

5. Использованные салфетки и ветошь после смены должны сжигаться, повторное использование их не допускается.

6. Шкафы для хранения рабочей одежды и личных вещей ежедневно внутри и снаружи обмываются горячей водой с мылом.

7. Эксплуатация участков пайки, не оборудованных вытяжной вентиляцией, запрещается. Вентиляционные установки должны включаться до начала работ и выключаться после их окончания.

8. Помещения, в которых размещаются участки пайки, оборудуются обособленной приточно-вытяжной вентиляцией. Приток воздуха должен составлять 95 % объема вытяжки. Недостающие 5 % приточного воздуха поступают из смежных, более чистых помещений.

9. Лица, не достигшие 18-летнего возраста, к постоянной работе с припоями, содержащими свинец и кадмий, не допускаются.

10. Женщины, занятые пайкой, в период беременности и кормления детей переводятся на работу, не связанную с пайкой.

11. Все поступающие на работу должны быть проинструктированы о мерах предосторожности при обращении с припоями и флюсами. Особое внимание при инструктаже следует уделять вопросам личной гигиены.

Места, отведенные для курения, а также комнаты для приема пищи и производственные участки оборудуются умывальниками, к которым бесперебойно должна подаваться горячая и холодная вода. У умывальников предусматриваются банки с 1 %-ным раствором уксусной кислоты или смывочной пасты на основе ОП-7 для предварительного обмывания рук с последующим мытьем их теплой водой с мылом. Перед приемом пищи и курением обязательно мыть руки и полоскать полость рта. Для обтирания рук применяются разовые салфетки. Применение полотенец общего пользования не разрешается.

Для защиты кожи рук от воздействия sensibilizующих веществ, входящих в состав флюсов, применяют защитные мази и пасты типа «Миколан», пасты ИЕР-1, ХИОГ-14, казеиновую пасту и биологические перчатки, которые наносят на кожу перед началом работы и после обеденного перерыва. После работы для кожи рук необходимо применять жирные питательные кремы.

Питьевую воду для работающих на участках пайки следует подавать через фонтанчики, которые устанавливаются вне паяльных участков, но вблизи их.

Паяльные работы должны выполняться рабочими в предусмотренной для этой цели спецодежде, которую запрещается уносить домой.

В помещениях, где производится пайка, запрещается хранить спец-

одежду, личные вещи, принимать и хранить пищу, питьевую воду, а также курить. Находиться в помещениях для приема пищи, столовых и буфетах в рабочей одежде запрещается.

После окончания работы необходимо принять теплый душ, почистить зубы зубным порошком и прополоскать полость рта водой.

Этой категории работников не рекомендуется выдавать молоко, так как оно содержит легко усваиваемый кальций, повышенное введение которого в организм вызывает отрицательное влияние на течение свинцовой интоксикации. Поэтому при работе со свинцом и его соединениями вместо молока рабочим необходимо выдавать 8...10 г пектина в виде мармелада или концентрата пектина с чаем.

Некоторые из веществ и материалов, применяемых на участках пайки, пожаровзрывоопасны. Пожар может возникнуть на операциях приготовления флюсов (этиловый спирт, этилацетат), припоев, при удалении остатков флюсов после пайки (спиртобензиновая смесь, ацетон) и при проведении работ по защите зеркала расплавленного припоя в агрегатах пайки (воспламенение масла).

Охрана труда при сварке и других методах соединений материалов. Для получения неразъемного соединения деталей и элементов радиоэлектронной аппаратуры применяется сварка. Наиболее распространенными являются ручная дуговая, контактная, электронно-лучевая и лазерная сварка.

При выполнении сварки, резки, наплавки и напыления на работающих могут воздействовать следующие вредные и опасные производственные факторы: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, наличие в нем сварочных аэрозолей; интенсивное видимое, ультрафиолетовое, инфракрасное и рентгеновское излучения; повышенные уровни шума и вибрации; повышенное значение напряжения в электрической цепи, наличие искр; брызги и выбросы расплавленного металла и шлака; возможность взрыва баллонов, находящихся под давлением; движущиеся механизмы и изделия.

Сварочная аэрозоль вызывает тяжелое профзаболевание — пневмокониоз; токсичные пары и газы вызывают отравления, а яркое видимое излучение сварочной дуги приводит к заболеванию глаз — электроофтальмии; тепловое излучение дуги — к ожогам кожи лица и рук.

Сварочные работы на объектах народного хозяйства независимо от их ведомственной принадлежности должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-74 (СТ СЭВ 1085-78), ГОСТ 12.2.007.8-75, ГОСТ 12.3.002-75 (СТ СЭВ 1728-79), ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 12.3.003-75 и Санитарных правил при сварке, наплавке и резке металла № 1009-73.

При выборе способа сварки следует учитывать уровень их безопасности и санитарно-гигиенические условия.

При разработке технологических процессов сварки деталей и узлов должна предусматриваться их максимальная автоматизация и механизация. При этом необходимо использовать дистанционное управление. Применяемые при сварке флюсы, электродная проволока и покрытия, защитные газы и свариваемые материалы должны выделять вредные вещества в количестве, не превышающем ПДК.

В случаях выделения в рабочую зону пыли и газов необходимо устраивать местные вытяжные пылегазоприемники, встроенные в сварочное оборудование. При сварке крупногабаритных изделий отсосы выполняются в виде подвижного воздухоприемника, который быстро и надежно крепится вблизи зоны сварки.

Источники сварочного тока должны присоединяться к распределительным электрическим сетям напряжением не выше 660 В. Сварочные

установки цехов должны иметь предохранители или автоматические выключатели со стороны питающей сети. Передвижение сварочных установок и их ремонт под напряжением запрещается.

Подключение и отключение от сети электросварочных установок, а также их ремонт производится электротехническим персоналом предприятия. Запрещается эти операции производить сварщикам.

Сборочно-сварочные цехи, в которых постоянно производится сборка и сварка крупных металлоконструкций, должны оборудоваться сборочными стендами и грузоподъемными устройствами, которые используются для перемещения изделий массой более 20 кг.

Для каждого вида сварки, учитывая их специфические опасные и вредные производственные факторы, применяются специальные мероприятия с целью обеспечения безопасности технологического процесса.

При проведении ручной дуговой сварки электродержатели должны соответствовать требованиям ГОСТ 14651-78Е. Сварочные токоведущие кабели и шланги, подводящие защитный газ, должны быть защищены от механических повреждений. При сварке в особо опасных условиях работы (внутри металлических емкостей, на открытом воздухе, а также в помещениях с повышенной опасностью) для обеспечения безопасности при смене электродов должны применяться ограничители напряжения холостого хода, снижающие его на выходных зажимах сварочной цепи до 12 В. Ограничитель должен быть снабжен световой сигнализацией о наличии опасного напряжения на выходе источника тока.

Источники постоянного тока должны иметь напряжение холостого хода не выше 65 В; рабочее напряжение, подводимое от сварочного трансформатора к свариваемому изделию, при переменном токе не должно превышать 70 В.

Постоянные рабочие места при питании от многопостовых источников тока должны быть оборудованы щитками с сигнальной лампой, указывающей сварщику наличие или отсутствие напряжения в сварочной цепи.

При автоматической и полуавтоматической дуговой сварке в среде защитных газов автоматы и полуавтоматы должны быть оснащены откидывающимся щитком с защитными стеклами — светофильтрами. Горелки полуавтоматов не должны иметь открытых токоведущих частей. При этом сопла горелок должны быть электрически изолированы от токоведущих частей, а рукоятки выполнены из электроизоляционного материала или иметь электроизоляционное покрытие.

Контактная сварка может производиться при наличии в контактных сварочных машинах ограждений, предохраняющих операторов от искр и брызг, выплесков расплавленного металла, от воздействия электромагнитных полей и вызывающих безопасно наблюдать за сваркой; систем блокировок, обеспечивающих отключение первичного напряжения электрооборудования при открывании дверей, шкафов и пультов, имеющих внутри электроаппаратуру с открытыми токоведущими частями, находящимися под напряжением выше 42 В. Если при нормальной работе не требуется открывать дверцы машины и шкафов, то вместо блокировки допускается применять запоры со специальными ключами. На дверцах в этом случае должна быть предостерегающая надпись: «Под напряжением», «Опасно для жизни». Зачистка электродов должна производиться только при снятии напряжения.

При электронно-лучевой сварке, производимой с фокусированным магнитным и электростатическим полями потоком электронов, опасными факторами являются высокое напряжение, световое и рентгеновское излучения, вредные выделения.

В помещениях, где размещаются сварочные установки, должна быть устроена механическая приточно-вытяжная вентиляция. Устройства должны обеспечивать необходимую защиту человека-оператора от рентгеновского излучения.

Все токоведущие части устройства, находящиеся под напряжением, должны быть расположены внутри металлического корпуса, имеющего элемент для заземления. Электронно-лучевая пушка должна иметь блокировку, отключающую электрическое питание при снятии заземленного колпака с ее открытых частей, находящихся под напряжением. В источнике питания должен быть разрядник, устанавливаемый между выводом положительного полюса выпрямителя и его заземленным корпусом.

Для защиты от рентгеновского излучения смотровые окна должны быть снабжены свинцовыми стеклами, а для защиты глаз от светового излучения смотровое окно должно быть закрыто светофильтром.

При лазерной сварке, осуществляемой с помощью оптических квантовых генераторов, особую опасность представляют прямой или отраженный луч лазера, попадающий в глаза, а также высокое напряжение и загрязнение воздушной среды. При этом необходимо выполнять требования санитарных норм и правил устройства и эксплуатации лазеров (СН2392-81) и ГОСТ 12.3.002-75.

Для защиты персонала от лазерного излучения необходимо:

устанавливать защитные экраны или кожухи, препятствующие попаданию излучения на рабочие места; размещать пульт управления лазерной установкой в отдельном помещении (выгородке) с телевизионной или другой системой наблюдения за ходом процесса; проверять работу системы блокировок и сигнализации, предотвращающих доступ персонала в пределы лазерной опасной зоны; на рабочем месте иметь схему лазерной опасной зоны, окраску внутренних поверхностей помещений производить в матовый цвет с минимальным коэффициентом отражения на длине волны излучения; при совмещении системы наблюдения с оптической системой лазера применять автоматические затворы или светофильтры, защищающие глаза оператора в момент генерации излучения.

Помещения сварочных цехов должны отвечать требованиям действующих строительных норм и правил, а также санитарных норм проектирования промышленных предприятий, утвержденных Госстроем СССР. Микроклимат должен соответствовать нормам по ГОСТ 12.1.005-76 для помещений с незначительным тепловыделением и работ средней тяжести.

Места выполнения электросварочных работ открытой дугой должны быть ограждены с помощью несгораемых ширм, щитов и т. д. Помещения сварочно-сборочных цехов оборудуются общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией и системой общего и комбинированного освещения.

К электросварочным работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний требований безопасности с оформлением в специальном журнале и имеющие квалификационное удостоверение (квалификационная группа должна быть не ниже II). Повторный инструктаж и проверка знаний должны проводиться не реже одного раза в три месяца.

К работам в замкнутых емкостях допускаются лица только мужского пола не моложе 20 лет и не имеющие медицинских противопоказаний.

Средства индивидуальной защиты сварщиков должны отвечать конкретным санитарно-гигиеническим условиям труда.

Спецодежда должна надежно защищать электросварщиков от искр и брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги, вредных излучений.

Электросварщик должен работать в брезентовой спецодежде, кожаных ботинках, брезентовых рукавицах, используя защитную маску, очки или щиток. При работе в сырых, токопроводящих помещениях, закрытых сосудах необходимо дополнительно использовать диэлектрический коврик, калоши и диэлектрические перчатки. При отсутствии местных отсосов должны применяться средства индивидуальной защиты органов дыхания (шланговые противогазы и респираторы).

Охрана труда при производственных испытаниях РЭА. В процессе эксплуатации радиоэлектронная аппаратура подвергается климатическим воздействиям, связанным с состоянием атмосферы, ее температурой, влажностью, осадками, давлением, солнечной радиацией, загрязненностью пылью, солями, парами, газами, радиоактивными веществами, зараженностью микробами; воздействием температурных изменений, вызванных большими скоростями в плотных слоях атмосферы, внутренними источниками тепла, дополнительным разогревом и т. д.; механическим воздействием, причиной которых может быть сила тяжести, силы постоянно действующих ускорений, силы инерции, возникающие при изменении скорости движения, силы, связанные с вибрацией работы двигателя, силы, возникающие при ударах или эксплуатации и при перевозках.

Под влиянием указанных внешних воздействий происходит ухудшение электрических и механических параметров РЭА, а также может наступить полное разрушение.

При производстве РЭА проводятся климатические и механические испытания, которые должны быть организованы так, чтобы работающим обеспечивались условия труда в соответствии с требованиями санитарных норм и правил.

Климатические испытания проводятся в специально оборудованных камерах или помещениях, доступ в которые при установленном климатическом режиме исключается с помощью блокировочных устройств. Камеры и помещения с климатической средой герметичны с целью исключения попадания элементов климатической среды (влаги, пыли, газов и т. д.) в воздух помещений, где постоянно пребывают работающие. Для периодической дезинфекции воздушной среды помещения оборудуются общеобменной вентиляцией и противобактерицидными лампами. Работающие обеспечиваются средствами индивидуальной защиты от воздействия высоких и низких температур.

При проведении механических испытаний работающие подвергаются воздействию шума, вибрации, движущихся и вращающихся механизмов. Поэтому необходимо проводить меры защиты работающих, изложенные в § 3.4 и § 6.1.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Перечислите основные законодательно-правовые акты по охране труда.
2. На каких работах запрещается труд несовершеннолетних?
3. Какие органы осуществляют надзор и контроль за соблюдением норм трудового законодательства и правил охраны труда?
4. Назовите виды контроля за состоянием охраны труда.
5. Каковы меры безопасности при нормальном режиме работы электроустановок?
6. Как осуществляется расчет и контроль защитного заземления?
7. Как осуществляется расчет и контроль схем зануления?
8. Каковы защитные мероприятия в энергоустановках?
9. Как оказать помощь пострадавшему при поражении электрическим током?
10. Охарактеризуйте общие принципы обеспечения безопасности производственного оборудования.
11. Охарактеризуйте понятия «Окружающая среда» и «Природные ресурсы».
12. Как влияет научно-технический прогресс на окружающую среду?
13. Охарактеризуйте правовые аспекты охраны окружающей среды в СССР.
14. Как организуется природоохранная работа на предприятии?
15. Какие мероприятия применяются для охраны атмосферы?
16. Охарактеризуйте основные загрязнители и мероприятия по охране водных ресурсов. В чем суть рационального использования земель и недр?
17. Охарактеризуйте источники и методы защиты населения от шума и от электромагнитных полей радиочастотного диапазона.
18. Какие санитарно-гигиенические требования на основании действующих нормативных документов Вы предъявили бы к производственным помещениям и участкам по Вашей специальности?
19. Можете ли Вы оценить биологическое действие веществ и материалов, применяемых в технологических операциях, которые Вы выполняете во время технологической практики?
20. Какой принцип нормирования электрических магнитных полей и электромагнитных измерений?
21. Какой принцип нормирования и контроля лазерного излучения?
22. Какой наиболее рациональный метод защиты от лазерного излучения?
23. Какие виды ионизирующих излучений имеются в радиоэлектронной промышленности и каковы их основные характеристики?
24. Что является источником шума на радиоэлектронных предприятиях?

25. Какие основные принципы возникновения пожаров при эксплуатации РЭА.

26. Какие существуют системы предотвращения пожаров и взрывов?

27. Как обеспечить пожаро-взрывобезопасность технологических процессов и установок?

28. Перечислите основные требования безопасности к технологическим процессам.

29. Какие существуют причины воздействия на работающих опасных производственных факторов при эксплуатации промышленных роботов?

30. Какие мероприятия обеспечивают безопасность работающих при термической, электрохимической и электрофизической обработке металлов.

31. Какие опасные и вредные производственные факторы возникают при обработке пластмасс и керамики?

32. Какие средства индивидуальной защиты применяют при работе с кислотами и щелочами?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Материалы XXVII съезда Коммунистической партии Советского Союза.*— М. : Политиздат, 1986.— 352 с.
2. *Безопасность производственных процессов /* Под общ. ред. С. В. Белова.— М. : Машиностроение, 1985.— 448 с.
3. *Долин П. А.* Справочник по технике безопасности.— М. : Энергоиздат, 1982.— 800 с.
4. *Охрана труда в радио- и электронной промышленности /* Под ред. С. П. Павлова.— М. : Радио и связь, 1985.— 200 с.
5. *Охрана труда в энергетике /* Под ред. Б. А. Князевского.— М.: Энергоатомиздат, 1985.— 376 с.
6. *Правила техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности.*— М. : Энергия, 1973.— 536 с.
7. *Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.*— М. : Энергоатомиздат, 1986.— 424 с.
8. *Правила устройства электроустановок /* Минэнерго СССР.— М. Энергоатомиздат, 1986.— 648 с.
9. *Чекалин Н. А., Полухина Г. Н., Тугуши Г. Г.* Охрана труда в электротехнической промышленности.— М. : Энергоатомиздат, 1984.— 272 с.
10. *Экология и экономика /* Под общ. ред. К. М. Сытника.— К. : Политиздат Украины, 1986.— 308 с.
11. *Электробезопасность на промышленных предприятиях /* Р. В. Сабарно, А. Г. Степанов, А. В. Слоченко, Г. Д. Харламов.— К. : Техніка, 1985.— 288 с.
12. *Стандарты и безопасность труда в машиностроении /* Б. А. Дворянчиков, П. М. Любалин, А. И. Шуминов.— М.: Машиностроение, 1982.— 131 с.

Учебное издание

Ткачук Константин Нифонтович
Сабарно Ростислав Валерианович
Степанов Анатолий Григорьевич
Шкляренко Евгений Никифорович

**ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Обложка художника *В. Г. Самсонова*
Художественный редактор *С. П. Духленко*
Технический редактор *Г. Б. Верник*
Корректор *Л. М. Байбородина*

ИБ № 11859

Сдано в набор 28.12.87. Подписано в печать 08.09.88. БФ 02707. Формат 84×108/32. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 12,6. Усл. кр.-отт. 12,81. Уч.-изд. л. 14,85. Тираж 4000 экз. Зак. 410. Изд. № 8199. Цена 65 к.

Главное издательство издательского объединения «Выща школа», 252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7

Отпечатано с матриц Главного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» 252057, Киев, ул. Довженко, 3 на Белоцерковской книжной фабрике, 256400, г. Белая Церковь, ул. К. Маркса, 4

В головном издательстве издательского объединения «Выща школа» в 1989 году выйдет в свет новая книга:

Вычислительные методы в задачах радиоэлектроники: Учеб. пособие / В. А. Дикарев, В. П. Кольцов, А. Ф. Мельников и др. Руководитель авт. кол., канд. физ.-мат. наук В. А. Дикарев.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989 (III).— 18 л., ил.— Яз. рус.— 1 р.

Рассмотрены математические методы, используемые при исследовании и расчете некоторых типов радиотехнических и информационных систем и устройств. Все изложенные вычислительные методы доведены до инженерных расчетных формул, алгоритмов и программно реализованы.

Для студентов, обучающихся по специальностям «Прикладная математика», «Автоматизированные системы управления» и «Системы автоматизированного проектирования». Может быть полезно научным и инженерно-техническим работникам, специализирующимся в области вычислительной техники и автоматизированных систем управления.

Аннотировалось в ТП 1989 г., поз. 181.

Уважаемые товарищи!

Эту книгу можно заказать в магазинах облкниготоргов, облпотребсоюзов, а также в специализированном магазине «Книга — почтой» (252117, г. Киев-117, ул. Попудренко, 26).